

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 12 月 5 日 (05.12.2002)

PCT

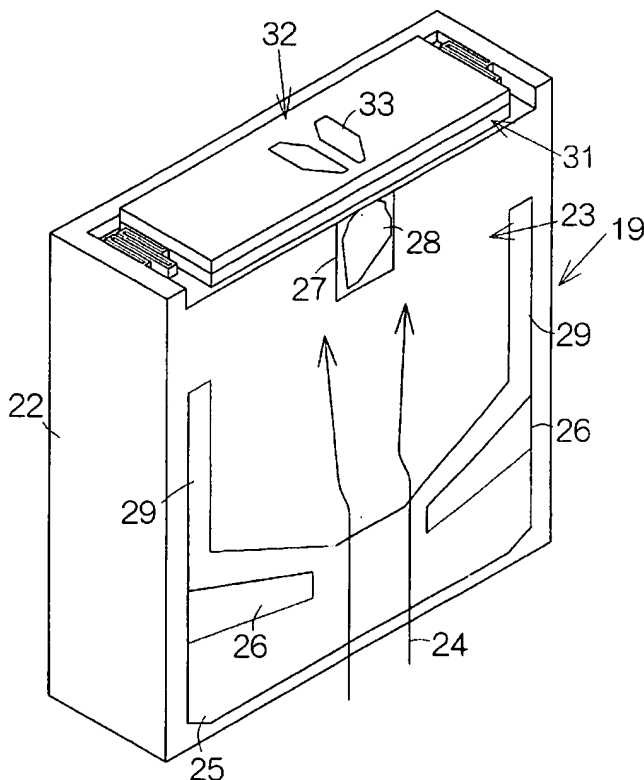
(10) 国際公開番号
WO 02/097803 A1

- (51) 国際特許分類: **G11B 5/60** Takahiro) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/04389
- (22) 国際出願日: 2001 年 5 月 25 日 (25.05.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 山崎 薫 (YAMAZAKI, Kaoru); 〒102-0074 東京都千代田区九段南4丁目6番13号 ニュー九段マンション403 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 島内岳明 (SHIMANOUCHI, Takeaki) [JP/JP]. 今村孝浩 (IMAMURA, Takahiro)
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: HEAD SLIDER WITH INCIING ACTUATOR AND METHOD OF MANUFACTURING THE HEAD SLIDER

(54) 発明の名称: 微動アクチュエータ付きヘッドスライダおよびその製造方法



(57) Abstract: A head slider (19), comprising a slider main body (22) and an electrostatic actuator (31) installed on the air outflow side end face of the slider main body (22), wherein a head base plate (32) is installed on the electrostatic actuator (31), head elements (33) are disposed on the head base plate (32), whereby the head elements (33) on the head base plate (32) are allowed to displace slightly in, so-called, the track width direction by the operation of the electrostatic actuator (31), the head elements (33) and head base plate (32) do not reduce the occupied area of the electrostatic actuator (31) on the air outflow side end face of the slider main body (22), and a large occupied area for the electrostatic actuator (31) can be assured on the air outflow side end face of the slider main body (22), and thus, because the large occupied area can be assured, an efficient drive force can be expected to be produced by the electrostatic actuator (31).

[続葉有]

WO 02/097803 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

ヘッドスライダ(19)は、スライダ本体(22)と、スライダ本体(22)の空気流出側端面に取り付けられる静電アクチュエータ(31)とを備える。静電アクチュエータ(31)上にはヘッドベース板(32)が設置される。ヘッドベース板(32)上にヘッド素子(33)は配置される。静電アクチュエータ(31)の働きでヘッドベース板(32)上のヘッド素子(33)はいわゆるトラック幅方向に微小に変位することができる。しかも、ヘッド素子(33)やヘッドベース板(32)はスライダ本体(22)の空気流出側端面で静電アクチュエータ(31)の占有面積を圧迫することはない。静電アクチュエータ(31)には、スライダ本体(22)の空気流出側端面で広い占有面積は確保されることができる。こうして広い占有面積が確保されると、静電アクチュエータ(31)では効率的な駆動力の生成は期待されることができる。

明細書

微動アクチュエータ付きヘッドスライダおよびその製造方法

5 技術分野

本発明は、例えばハードディスク駆動装置（HDD）といった記録媒体駆動装置に組み込まれるヘッドスライダに関し、特に、スライダ本体と、このスライダ本体に対してヘッド素子を相対変位させる微動アクチュエータとを備えるヘッドスライダに関する。

10

背景技術

例えば Bong-Hwan Kim ほか著「MEMS FABRICATION OF HIGH ASPECT RATIO TRACK-FOLLOWING MICRO ACTUATOR FOR HARD DISK DRIVE USING SILICON ON INSULATOR」（Proc. IEEE MEMS workshop, pp53-56, 1999）に開示されるように、スライダ本体の空気流出側端面に取り付けられる静電アクチュエータを備えるヘッドスライダは知られる。こういったヘッドスライダでは、静電アクチュエータの働きでヘッド素子はいわゆるトラック幅方向に微小に変位することができる。こうした微小変位によれば、ヘッド素子は高い精度で記録媒体上の記録トラックを追従し続けることが期待される。

20 静電アクチュエータは、複数の櫛歯から構成される可動側電極と、櫛歯同士の間配置される固定側電極とを備える。可動側電極および固定側電極の間に電圧が印加されると、静電引力の働きで可動側電極すなわち櫛歯の変位は実現される。このとき、櫛歯と固定側電極との組み合わせが増えれば増えるほど、静電アクチュエータでは大きな駆動力は得られる。前述の論文に開示されるように、ヘッド素子を支持するヘッドベースと静電アクチュエータとが同一平面上で形成されると、静電アクチュエータの占有面積は狭められてしまう。効率的な駆動力の生成は実現されることはできない。しかも、これまでのところ、この種のヘッドスライダの量産化を実現する技術は全く確立されていない。

25

発明の開示

本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、できる限り静電アクチュエータに対して大きな占有面積を確保することができるヘッドスライダを提供することを目的とする。また、本発明は、微動アクチュエータ付きヘッドスライダの量産
5 化に大いに貢献することができるヘッドスライダの製造方法を提供することを目的とする。

上記目的を達成するために、第1発明によれば、スライダ本体と、スライダ本体の空気流出側端面に取り付けられる静電アクチュエータと、静電アクチュエータ上に設置されるヘッドベース板と、ヘッドベース板上に配置されるヘッド素子
10 とを備えることを特徴とするヘッドスライダが提供される。

こういったヘッドスライダによれば、静電アクチュエータの働きでヘッドベース板上のヘッド素子はいわゆるトラック幅方向に微小に変位することができる。こうした微小変位によれば、ヘッド素子は高い精度で記録媒体上の記録トラックを追従し続けることができる。しかも、このヘッドスライダでは、静電アクチュエータ上に設置されるヘッドベース板上にヘッド素子は搭載される。ヘッド素子
15 やヘッドベース板はスライダ本体の空気流出側端面で静電アクチュエータの占有面積を圧迫することはない。静電アクチュエータには、スライダ本体の空気流出側端面で広い占有面積は確保されることができる。こうして静電アクチュエータに広い占有面積が確保されると、静電アクチュエータでは効率的な駆動力の生成
20 は期待されることができる。

ヘッドベース板は、ヘッド素子で生成される応力にうち勝つ剛性を備えることが望まれる。例えばヘッド素子に薄膜の積層体が用いられる場合には、ヘッド素子で応力は発生しやすい。こういった応力の発生にも拘わらずヘッドベース板の形状が維持されれば、ヘッドベース板上のヘッド素子は高い精度でいわゆるトラック幅方向に微小に変位することができる。ヘッド素子の特性は安定して維持され
25 ることができる。ヘッド素子には、例えば巨大磁気抵抗効果（GMR）素子やトンネル接合磁気抵抗効果（TMR）素子といった読み取り素子や、薄膜コイルパターンを利用した薄膜磁気ヘッドといった書き込み素子が採用されればよい。ヘッド素子は、周知の通り、読み取り素子および書き込み素子を同時に備えるこ

とができる。

- こういったヘッドベース板の実現にあたってヘッドベース板はシリコン基板から切り出されればよい。シリコン基板には、例えばヘッド素子で生成される応力のうち勝つ剛性を実現する板厚が与えられればよい。こうしてヘッドベース板は
- 5 比較的に簡単に形成されることが可能となる。

ヘッドスライダは、ヘッドベース板の表面に沿って延び、一端でヘッド素子に接続される配線パターンと、配線パターンの他端に接続され、ヘッドベース板の表面から裏面まで貫通する導電体とをさらに備えてもよい。

- ヘッド素子を支持するヘッドベース板はスライダ本体に対して相対的に変位することができ
- 10 ることができる。こういった変位に拘わらず、ヘッド素子からスライダ本体に向かって信号伝達経路は確立されなければならない。ヘッドベース板に埋め込まれる導電体はこういった信号伝達経路の確立に大いに役立つ。

- 前述の静電アクチュエータは、例えば、スライダ本体の空気流出側端面に取り付けられる支持枠と、スライダ本体の空気流出側端面から離隔した位置で支持枠
- 15 の内側に配置され、ヘッドベース板に連結される櫛形の可動体と、支持枠に可動体を連結するばねと、可動体に形成される櫛歯形の可動側電極同士の間でスライダ本体の空気流出側端面から立ち上がる固定側電極とを備えればよい。

- こういった静電アクチュエータでは、固定側電極と可動側電極との間に電圧が印加されると、固定側電極と可動側電極との間に静電引力が生成されることができ
- 20 る。この静電引力の働きで、支持枠に対して可動体の相対移動は実現されることができる。こうして可動体に固定されるヘッドベース板の微小変位は実現される。

- こういった静電アクチュエータを備えるヘッドスライダは、ヘッドベース板の表面に沿って延び、一端でヘッド素子に接続される第1配線パターンと、第1配線パターンの他端に接続され、ヘッドベース板の表面から裏面まで貫通する導電体と、可動体上に形成されて導電体を受け止める導電パッドと、ばねを経由して導電パッドから支持枠に向かって延びる第2配線パターンとをさらに備えてもよい。
- 25

こういったヘッドスライダでは、支持枠に対する可動体の相対変位に拘わらず、

ヘッドベース板上のヘッド素子からスライダ本体上の支持枠に向かって信号伝達経路は確立されることができる。導電体の働きで第1配線パターンから第2配線パターンに向かう信号伝達経路は確実に維持されることができる。こういった第1および第2配線パターン、導電体および導電パッドの組み合わせによれば、ワイヤボンディングといった空中配線を用いることなく、相対変位するヘッド素子および支持枠の間で確実に信号伝達経路は確立され続けることができる。

また、第2発明によれば、スライダ本体用基板の表面にアクチュエータ用基板を張り付ける工程と、アクチュエータ用基板上にヘッドベース用基板を張り付ける工程と、ヘッドベース用基板上でヘッド素子を積層形成する工程とを備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法が提供される。

こういったヘッドスライダの製造方法によれば、各種の基板すなわちウェハーを利用して微動アクチュエータ付きヘッドスライダは製造されることができる。微動アクチュエータ付きヘッドスライダの製造にあたって既存の製造技術は利用されることができる。したがって、こういった製造方法は、微動アクチュエータ付きヘッドスライダの量産化に大いに貢献することができる。特に、こういった製造方法では、スライダ本体用基板、アクチュエータ用基板およびヘッドベース用基板で構成される重ね合わせ基板上でヘッド素子の形成は比較的簡単に実現されることができる。ここで、スライダ本体用基板、アクチュエータ用基板およびヘッドベース用基板は例えばシリコンウェハーであればよい。こういったシリコンウェハーには、例えば各基板に要求される寸法や強度、剛性に応じて必要な板厚が与えられればよい。アクチュエータ用基板やヘッドベース用基板の張り付けにあたっては、例えば陽極接合、共晶接合および熔融ガラス接合のうちいずれかが用いられればよい。

一般に、こういったヘッドスライダの製造方法は、スライダ本体用基板、アクチュエータ用基板およびヘッドベース用基板から構成される重ね合わせ基板から1列のヘッドスライダを含むバー素材を切り出す工程と、切り出されたバー素材の切断面に研磨処理を施し、ヘッド素子の大きさを調整する工程とをさらに備える。こうしてバー素材上の各ヘッド素子では所望の特性は確立される。その後、バー素材から個々のヘッドスライダは切り出されればよい。ヘッド素子の大きさ

を調整するにあたっては、周知の通り、例えばGMRやTMRといった読み取り素子の抵抗値が参照されればよい。

ヘッドベース用基板の張り付けに先立って、ヘッドスライダの製造方法では、アクチュエータ用基板から微動アクチュエータが形作られてもよい。この微動アクチュエータの形成にあたっては、例えばアクチュエータ用基板の表面から裏面に突き抜ける空隙が彫り込まれればよい。こういった空隙は、例えば、スライダ本体用基板に固定される支持枠と、この支持枠の内側に配置される櫛形の可動体と、支持枠に可動体を連結するばねと、可動体に形成される櫛歯形の可動側電極同士の間でスライダ本体用基板の表面から立ち上がる固定側電極とを同時に象ればよい。こうした空隙は例えばディープリアクティブイオンエッチング（DRIE）法に基づき形成されることができる。DRIE法に実施にあたって、アクチュエータ用基板の表面には、例えば支持枠、可動体、ばねおよび固定側電極の形状を象ったレジスト膜が形成されればよい。

その他、ヘッドベース用基板の張り付けに先立って、ヘッドスライダの製造方法では、個々のヘッドスライダに対応する区画域ごとにスライダ本体用基板上で少なくとも櫛歯形の可動側電極を途切れなく取り囲む囲い壁がアクチュエータ用基板から形成されてもよい。こういった囲い壁は、例えばスライダ本体用基板およびヘッドベース用基板の間で少なくとも櫛歯形の可動側電極を収容する密閉空間を区画することができる。

こうした製造方法によれば、前述のような研磨処理にあたって、少なくとも櫛歯形の可動側電極は密閉空間内に維持される。例えば可動側電極の周囲に形成される空間には、研磨処理の研磨液や、研磨処理で発生する削りかす、その他の異物が入り込むことは確実に防止されることができる。したがって、ヘッドスライダの完成後に、静電アクチュエータの動作に不具合が生じることは極力回避されることができる。この密閉空間には、以上のような可動側電極だけでなく、固定側電極やばねが収容されてもよい。こうして可動側電極のほか、固定側電極やばねが収容されれば、固定側電極の周囲やばねの周囲に形成される空間には、同様に、研磨処理の研磨液や、研磨処理で発生する削りかす、その他の異物が入り込むことは確実に防止されることができる。ヘッドスライダの完成後に、静電アク

チュエータの動作に不具合が生じることは一層確実に回避されることができる。

このとき、支持枠は後工程で囲い壁から削り出されればよい。同様に、櫛形の可動体は後工程で囲い壁から削り出されてもよい。こういった可動体の削り出しにあたって、櫛歯形の可動側電極は囲い壁の内壁面に一体に形成されてい

5 い。

さらに、第3発明によれば、スライダ本体用基板の表面にアクチュエータ用基板を張り付ける工程と、アクチュエータ用基板の表面から微動アクチュエータの可動体の輪郭を彫り込む工程と、スライダ本体用基板およびアクチュエータ用基板から構成される重ね合わせ基板から、1列のヘッドスライダを含むバー素材を

10 切り出す工程と、切り出されたバー素材の切断面から可動体の輪郭を彫り込み、スライダ本体用基板から可動体を切り離す工程とを備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法が提供される。

こういった製造方法によれば、バー素材では、切断面から可動体の輪郭が彫り込まれる以前には可動体はスライダ本体用基板に一体化されることができる。可動体はスライダ本体用基板に対して強固に固定される。スライダ本体用基板から可動体が切り離される以前にバー素材が研磨処理といった後工程に曝されても、バー素材に対する可動体の相対変位は確実に阻止されることができる。可動体の移動に基づく微動アクチュエータ内の破損といった不具合は確実に防止され

15 ことができる。

一般に、こういったヘッドスライダの製造方法は、アクチュエータ用基板の表面から可動体の輪郭を彫り込んだ後に、バー素材の切り出しに先立ってアクチュエータ用基板の表面にヘッドベース用基板を張り付ける工程と、ヘッドベース用基板上でヘッド素子を積層形成する工程とをさらに備える。こうした製造方法によれば、スライダ本体用基板、アクチュエータ用基板およびヘッドベース用基板

20 で構成される重ね合わせ基板上でヘッド素子の形成は比較的簡単に実現されることができる。ヘッド素子の形成にあたって既存の製造技術は利用されることができる。

こういったヘッドスライダの製造方法では、切断面から可動体の輪郭を彫り込む以前に切断面に研磨処理が施されてもよい。こういった研磨処理に基づきヘッ

ド素子の大きさは調整されることができる。こうして各ヘッド素子では所望の特性は確立される。その後、バー素材から個々のヘッドスライダは切り出されればよい。ヘッド素子の大きさを調整するにあたっては、周知の通り、例えばGMRやTMRといった読み取り素子の抵抗値が参照されればよい。

- 5 さらにまた、このヘッドスライダの製造方法は、アクチュエータ用基板の表面から可動体の輪郭を彫り込むにあたって、スライダ本体用基板の表面に固定されて可動体に連結される支持枠をアクチュエータ用基板から削り出す工程と、切断面から可動体の輪郭を彫り込むにあたって支持枠から可動体を切り離す工程とをさらに備えてもよい。こうしてスライダ本体用基板に固定される不動体すなわち
- 10 支持枠と、スライダ本体用基板に対して相対移動する可動体とは比較的に簡単に形成されることができる。

- 前述の微動アクチュエータは例えば静電アクチュエータに構成されてもよい。このとき、静電アクチュエータは、例えば、スライダ本体用基板に固定される支持枠と、この支持枠に可動体を連結するばねと、可動体に一体に形成される櫛歯
- 15 形の可動側電極と、可動側電極同士の間でスライダ本体用基板の表面から立ち上がる固定側電極とを備えればよい。こういった静電アクチュエータでは、固定側電極と可動側電極との間に電圧が印加されると、固定側電極と可動側電極との間に静電引力が生成されることができる。この静電引力の働きで、支持枠に対して可動体の相対移動は実現されることができる。こうして静電アクチュエータがヘ
- 20 ッドスライダに組み込まれる場合でも、スライダ本体用基板から可動体が切り離される以前にヘッドスライダの製造過程でバー素材に対する可動体の相対変位は確実に阻止されることができる。可動体の移動に基づくばねの破損といった不具合は確実に防止されることができる。

- 以上のようなヘッドスライダの製造方法では、アクチュエータ用基板の表面から可動体の輪郭を彫り込むと同時に、スライダ本体用基板上で少なくとも櫛歯形の可動側電極を途切れなく取り囲む囲い壁がアクチュエータ用基板から削り出されてもよい。こういった囲い壁は、例えばスライダ本体用基板およびヘッドベース用基板の間で少なくとも櫛歯形の可動側電極を収容する密閉空間を区画すること
- 25 ができる。

こうした製造方法によれば、前述のような研磨処理にあたって、少なくとも櫛歯形の可動側電極は密閉空間内に維持される。例えば可動側電極の周囲に形成される空間には、研磨処理の研磨液や、研磨処理で発生する削りかす、その他の異物が入り込むことは確実に防止されることができる。したがって、ヘッドスライダの完成後に、静電アクチュエータの動作に不具合が生じることは極力回避されることができる。この密閉空間には、以上のような可動側電極だけでなく、固定側電極やばねが収容されてもよい。こうして可動側電極のほか、固定側電極やばねが収容されれば、固定側電極の周囲やばねの周囲に形成される空間には、同様に、研磨処理の研磨液や、研磨処理で発生する削りかす、その他の異物が入り込むことは確実に防止されることができる。ヘッドスライダの完成後に、静電アクチュエータの動作に不具合が生じることは一層確実に回避されることができる。

このとき、支持枠は後工程で囲い壁から削り出されればよい。同様に、櫛形の可動体は後工程で囲い壁から削り出されてもよい。こういった可動体の削り出しにあたって、櫛歯形の可動側電極は囲い壁の内壁面に一体に形成されていけばよい。

以上のようなヘッドスライダの製造方法では、可動体や囲い壁の輪郭を彫り込むにあたって例えばDRIE法が用いられればよい。このDRIE法の採用にあたって、少なくともアクチュエータ用基板およびヘッドベース用基板はシリコンウェハであればよい。

20

図面の簡単な説明

図1は、記録ディスク駆動装置の一具体例に係るハードディスク駆動装置（HDD）の構造を概略的に示す平面図である。

図2は、直立姿勢の浮上ヘッドスライダを概略的に示す拡大斜視図である。

図3は、静電アクチュエータの構造を概略的に示す浮上ヘッドスライダの一部分解拡大斜視図である。

図4は、静電アクチュエータの拡大平面図である。

図5は、ヘッドベース板の拡大平面図である。

図6は、図5の6-6線に沿った部分拡大断面図である。

図 7 は、固定側電極に印加される電圧の供給経路を概略的に示す空気流出側端面の拡大平面図である。

図 8 は、相互に重ね合わせられるスライダ本体用基板およびアクチュエータ用基板を示す斜視図である。

- 5 図 9 は、アクチュエータ用基板の表側で導電配線パターンを概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

図 10 は、アクチュエータ用基板の表側で加熱溶融ガラス膜の形成工程を概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

- 10 図 11 は、アクチュエータ用基板の裏側で各部材の形成予定域を概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

図 12 は、アクチュエータ用基板の裏側でアクチュエータ用基板から削り出される電極片用土台を概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

図 13 は、アクチュエータ用基板の裏側で囲い枠領域上に形成される絶縁膜を概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

- 15 図 14 は、図 13 の 14-14 線に沿った部分断面図である。

図 15 は、アクチュエータ用基板の裏側で導電配線パターンを概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

図 16 は、アクチュエータ用基板の裏側で絶縁膜上に形成される絶縁層を概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

- 20 図 17 は、スライダ本体用基板にアクチュエータ用基板が接合された後にアクチュエータ用基板の表面に形成されるフォトリソ膜を概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

図 18 は、アクチュエータ用基板から削り出される囲い壁、可動側電極、固定側電極およびばねを示す 1 区画域の拡大斜視図である。

- 25 図 19 は、スライダ本体用基板およびアクチュエータ用基板で構成される重ね合わせ基板に重ね合わせられるヘッドベース用基板を示す斜視図である。

図 20 は、ヘッドベース用基板の構造を概略的に示す 1 区画域の拡大平面図である。

図 21 は、スライダ本体用基板、アクチュエータ用基板およびヘッドベース用

基板で構成される重ね合わせ基板から切り出されるバー素材を概略的に示す斜視図である。

図 2 2 は、支持枠およびスライダ本体用基板から切り離される可動体を概略的に示すバー素材の拡大側面図である。

- 5 図 2 3 は、ヘッドベース用基板から削り出されるヘッドベース板を概略的に示す浮上ヘッドスライダの拡大側面図である。

図 2 4 は、1 変形例に係る浮上ヘッドスライダの媒体対向面の様子を概略的に示す平面図である。

- 10 図 2 5 は、他の変形例に係る浮上ヘッドスライダの媒体対向面の様子を概略的に示す平面図である。

図 2 6 は、さらに他の変形例に係る浮上ヘッドスライダの媒体対向面の様子を概略的に示す平面図である。

図 2 7 は、スライダ本体からブロック体を切り離すスリットを概略的に示すスライダ本体の端面図である。

15

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照しつつ本発明の実施形態を説明する。

- 20 図 1 は磁気記録媒体駆動装置の一具体例すなわちハードディスク駆動装置 (HDD) 1 1 の内部構造を概略的に示す。この HDD 1 1 は、例えば平たい直方体の内部空間を区画する箱形の筐体本体 1 2 を備える。収容空間には、記録媒体としての 1 枚以上の磁気ディスク 1 3 が収容される。磁気ディスク 1 3 はスピンドルモータ 1 4 の回転軸に装着される。スピンドルモータ 1 4 は、例えば 7 2 0 0 r p m や 1 0 0 0 0 r p m といった高速度で磁気ディスク 1 3 を回転させることができる。筐体本体 1 2 には、筐体本体 1 2 との間で収容空間を密閉する蓋体すなわちカバー (図示せず) が結合される。
- 25

収容空間には、垂直方向に延びる支軸 1 5 回りで揺動するキャリッジ 1 6 がさらに収容される。このキャリッジ 1 6 は、支軸 1 5 から水平方向に延びる剛体の揺動アーム 1 7 と、この揺動アーム 1 7 の先端に取り付けられて揺動アーム 1 7 から前方に延びる弾性サスペンション 1 8 とを備える。周知の通り、弾性サスベ

ンション18の先端では、いわゆるジンバルばね（図示せず）の働きで浮上ヘッドスライダ19は片持ち支持される。浮上ヘッドスライダ19には、磁気ディスク13の表面に向かって弾性サスペンション18から押し付け力が作用する。磁気ディスク13の回転に基づき磁気ディスク13の表面で生成される気流の働きで浮上ヘッドスライダ19には浮力が作用する。弾性サスペンション18の押し付け力と浮力とのバランスで磁気ディスク13の回転中に比較的に高い剛性で浮上ヘッドスライダ19は浮上し続けることができる。

こうした浮上ヘッドスライダ19の浮上中に、キャリッジ16が支軸15回りで揺動すると、浮上ヘッドスライダ19は半径方向に磁気ディスク13の表面を横切ることができる。こうした移動に基づき浮上ヘッドスライダ19は磁気ディスク13上の所望の記録トラックに位置決めされる。このとき、キャリッジ16の揺動は例えばボイスコイルモータ（VCM）といったアクチュエータ21の働きを通じて実現されればよい。周知の通り、複数枚の磁気ディスク13が筐体本体12内に組み込まれる場合には、隣接する磁気ディスク13同士の間で1本の揺動アーム17に対して2つの弾性サスペンション18が搭載される。

図2に示されるように、浮上ヘッドスライダ19は、平たい直方体に形成されるシリコン製のスライダ本体22を備える。このスライダ本体22には、磁気ディスク13に対向する媒体対向面すなわち浮上面23が規定される。磁気ディスク13の回転に基づき生成される気流24はスライダ本体22の空気流入端から空気流出端に向かってスライダ本体22の前後方向に流れる。

スライダ本体22の浮上面23には、例えば、気流24の流入側で空気流入端に沿ってスライダ本体22の横方向に延びる1筋のフロントレール25が形成される。フロントレール25の頂上面には、同様にスライダ本体22の横方向に延びる前方空気軸受け面26が規定される。前方空気軸受け面26の空気流入端は例えば段差を介してフロントレール25の頂上面に接続される。磁気ディスク13の回転時、磁気ディスク13の表面に沿って生成される気流24はフロントレール25の頂上面から段差を伝って前方空気軸受け面26に導かれる。段差の働きを通じて前方空気軸受け面26では大きな正圧すなわち浮力が生成されることができる。

- 気流 2 4 の流出側でスライダ本体 2 2 の浮上面 2 3 には、例えば、スライダ本体 2 2 の前後方向に延びて空気流出端に至る 1 筋のリアレール 2 7 が形成される。このリアレール 2 7 は例えばスライダ本体 2 2 の横方向中央位置に配置されればよい。リアレール 2 7 の頂上面には、同様にスライダ本体 2 2 の前後方向に広がる後方空気軸受け面 2 8 が規定される。後方空気軸受け面 2 8 の空気流入端は例えば段差を介してリアレール 2 7 の頂上面に接続される。磁気ディスク 1 3 の回転時、磁気ディスク 1 3 の表面に沿って生成される気流 2 4 はリアレール 2 7 の頂上面から段差を伝って後方空気軸受け面 2 8 に導かれる。段差の働きを通じて後方空気軸受け面 2 8 では大きな正圧すなわち浮力が生成されることができ
- 5
- 10 こういったスライダ本体 2 2 の浮上面 2 3 では、フロントレール 2 5 の横方向両端から空気流出端に向かって延びる 1 対のサイドレール 2 9 が形成されてもよい。こうしたサイドレール 2 9 によれば、磁気ディスク 1 3 の回転時にフロントレール 2 5 に正面から衝突する気流 2 4 はフロントレール 2 5 の横方向両端を回り込んでフロントレール 2 5 の背後に入り込むことはできない。したがって、フ
- 15 ロントレール 2 5 の頂上面や前方空気軸受け面 2 6 に沿ってフロントレール 2 5 を通過する気流 2 4 は容易にディスク面鉛直方向に広がることことができる。こうした気流 2 4 の急激な広がりに基づき負圧は生成される。この負圧が前述の浮力に釣り合うと、スライダ本体 2 2 の浮上量は規定される。

- このスライダ本体 2 2 の空気流出側端面には微動アクチュエータすなわち静電
- 20 アクチュエータ 3 1 が取り付けられる。静電アクチュエータ 3 1 の構造の詳細は後述される。静電アクチュエータ 3 1 上にはヘッドベース板 3 2 が配置される。ヘッドベース板 3 2 上には読み出し書き込みヘッド 3 3 が搭載される。読み出し書き込みヘッド 3 3 には、例えば、巨大磁気抵抗効果 (GMR) 素子やトンネル接合磁気抵抗効果素子 (TMR) といった読み取り素子や、薄膜コイルパターン
- 25 を利用した薄膜磁気ヘッドといった書き込み素子が採用されればよい。読み取り素子や書き込み素子は、媒体対向面すなわち浮上面 2 3 で露出する前端で読み出しギャップや書き込みギャップを規定する。

後述されるように、ヘッドベース板 3 2 は例えばシリコン基板から切り出されればよい。ヘッドベース板 3 2 には、例えば読み出し書き込みヘッド 3 3 で生成

される応力にうち勝つ剛性が与えられる。すなわち、ヘッドベース板 3 2 には、読み出し書き込みヘッド 3 3 で応力が生じてヘッドベース板 3 2 の変形を引き起こさない程度の厚み与えられる。ただし、浮上面 2 3 の形態はこういった形態に限られるものではない。

- 5 図 3 に示されるように、静電アクチュエータ 3 1 は、スライダ本体 2 2 の空気流出側端面に取り付けられる支持枠 3 5 を備える。この支持枠 3 5 は、スライダ本体 2 2 の背面側で長方形の空気流出側端面の 1 長辺を規定する 1 稜線に沿って延びる横方向部材 3 5 a と、空気流出側端面の 2 短辺を規定する 2 本の稜線に沿って延びる第 1 および第 2 側部材 3 5 b、3 5 c とを備える。第 1 および第 2 側部材 3 5 b、3 5 c は一端で横方向部材 3 5 a の両端にそれぞれ接続される。すなわち、支持枠 3 5 は、空気流出側端面を規定する 3 本の稜線に沿って延びる。

- 支持枠 3 5 の内側には櫛形の可動体 3 6 が配置される。この可動体 3 6 は、最後の 1 稜線、すなわち、スライダ本体 2 2 の空気流出側端面と浮上面 2 3 との間に規定される 1 稜線に沿って延びる本体部材 3 6 a を備える。本体部材 3 6 a には、この本体部材 3 6 a から支持枠 3 5 の横方向部材 3 5 a に向かって延びる複数本の櫛歯 3 6 b が一体に形成される。これらの櫛歯 3 6 b は静電アクチュエータ 3 1 の可動側電極として機能することができる。こういった可動体 3 6 は、スライダ本体 2 2 の空気流出側端面との間に所定の間隔を空けて保持されるとともに、前述の支持枠 3 5 との間に所定の間隔を空けて保持される。

- 20 支持枠 3 5 と可動体 3 6 との間には 1 対のばね 3 7 が配置される。一方のばね 3 7 は、支持枠 3 5 の第 1 側部材 3 5 b と、この第 1 側部材 3 5 b に向き合う可動体 3 6 の 1 櫛歯 3 6 b とを相互に連結する。他方のばね 3 7 は、同様に、支持枠 3 5 の第 2 側部材 3 5 c と、この第 2 側部材 3 5 c に向き合う可動体 3 6 の 1 櫛歯 3 6 b とを相互に連結する。これらのばね 3 7 はスライダ本体 2 2 の空気流出側端面から離隔して保持される。これらばね 3 7 の働きで、空気流出側端面に沿って第 1 側部材 3 5 b に向かう可動体 3 6 の動きや、反対に空気流出側端面に沿って第 2 側部材 3 5 c に向かう可動体 3 6 の動きは許容される。ただし、これらのばね 3 7 には、空気流出側端面の鉛直方向に高い剛性が確保される。こうした剛性の働きで、可動体 3 6 は、スライダ本体 2 2 の空気流出側端面から離隔し

た位置に保持されることができる。

隣り合う櫛歯 35 b 同士の間には、スライダ本体 22 の空気流出側端面から立ち上がる固定側電極 38 が配置される。各固定側電極 38 は、並列する 1 組の電極片 38 a、38 b から構成される。図 4 に示されるように、一方の電極片 38 a は、支持枠 35 の第 1 側部材 35 b 側で可動体 36 の櫛歯 36 b に向き合う対向面を規定しつつ、可動体 36 の本体部材 36 a 付近から支持枠 35 の横方向部材 35 a 付近まで延びる。他方の電極片 38 b は、支持枠 35 の第 2 側部材 35 c 側で可動体 36 の櫛歯 36 b に向き合う対向面を規定しつつ、可動体 36 の本体部材 36 a 付近から支持枠 35 の横方向部材 35 a 付近まで延びる。第 1 および第 2 電極片 38 a、38 b は相互に電氣的に絶縁される。図 4 から明らかなように、各電極片 38 a、38 b の壁面には、電極片 38 a、38 b の横転を防止する補強柱 38 c が一体に形成されてもよい。

支持枠 35 の横方向部材 35 a 上には 1 対の第 1 導電端子パッド 41 a、41 b と 1 対の第 2 導電端子パッド 42 a、42 b とが配置される。同様に、可動体 36 の本体部材 36 a 上には 1 対の第 1 導電接続パッド 43 a、43 b と 1 対の第 2 導電接続パッド 44 a、44 b とが配置される。第 1 導電端子パッド 41 a、41 b には、ばね 37 を経由して各第 1 導電接続パッド 43 a、43 b から支持枠 35 に向かって延びる第 1 中間配線パターン 45 a、45 b が接続される。第 2 導電端子パッド 42 a、42 b には、同様にばね 37 を経由して各第 2 導電接続パッド 44 a、44 b から支持枠 35 に向かって延びる第 2 中間配線パターン 46 a、46 b が接続される。第 1 中間配線パターン 45 a、45 b は、1 櫛歯 36 b の表面、ばね 37 の表面および第 1 側部材 35 b の表面に沿って形成される。第 2 配線パターン 46 a、46 b は、1 櫛歯 36 b の表面、ばね 37 の表面および第 1 側部材 35 b の表面に沿って形成される。図 4 から明らかなように、第 1 および第 2 中間配線パターン 45 a、45 b、46 a、46 b は部分的に導電線を共有してもよい。

図 5 から明らかなように、ヘッドベース板 32 の表面には第 1 および第 2 引き出し配線パターン 47 a、47 b が形成される。第 1 引き出し配線パターン 47 a は一端で読み出し書き込みヘッド 33 の読み取り素子に接続される。同様に、

第2引き出し配線パターン47bは一端で読み出し書き込みヘッド33の書き込み素子に接続される。

ヘッドベース板32には、ヘッドベース板32の表面から裏面まで貫通する第1および第2導電体48a、48bが形成される。第1引き出し配線パターン47aの他端はヘッドベース板32の表面で第1導電体48aに接続される。第2引き出し配線パターン47bの他端は同様にヘッドベース板32の表面で第2導電体48bに接続される。

静電アクチュエータ31の可動体36上にヘッドベース板32が固定されると、図6に示されるように、各第1導電体48a、48aの下端は、可動体36上で対応する第1導電接続パッド43a、43bに受け止められる。同様に、各第2導電体48b、48bの下端は、可動体36上で対応する第2導電接続パッド44a、44bに受け止められる。こうしてヘッドベース板32および静電アクチュエータ31上には、読み出し書き込みヘッド33の読み取り素子から第1導電端子パッド41a、41bに至る1対の読み取り信号伝達経路と、読み出し書き込みヘッド33の書き込み素子から1対の第2導電端子パッド42a、42bに至る1対の書き込み信号伝達経路とが形成される。

図7に示されるように、スライダ本体22の空気流出側端面上には、スライダ本体22の背面側すなわち支持枠35の横方向部材35a下で第1および第2電流供給パッド51a、51bが形成される。第1電流供給パッド51aは、第1接続配線パターン52aを通じて各固定側電極38の電極片38aに接続される。同様に、第2電流供給パッド51bは、第2接続配線パターン52bを通じて各固定側電極38の電極片38bに接続される。第1および第2電流供給パッド51a、51bや第1および第2接続配線パターン52a、52bは支持枠35や可動体36、ばね37から電氣的に絶縁される。

いま、前述の静電アクチュエータ31で可動体36および固定側電極38の電極片38aに電圧が印加される場面を想定する。可動体36は例えば接地電位に保持される。固定側電極38の電極片38aには、第1電流供給パッド51aおよび第1接続配線パターン52aから電圧は供給される。こうして電圧が供給されると、各電極片38aと、この電極片38aに向き合う櫛歯36bとの間に静

電引力が発生する。したがって、可動体 3 6 は支持枠 3 5 の第 2 側部材 3 5 c に向かって移動することができる。その一方で、可動体 3 6 および固定側電極 3 8 の電極片 3 8 b に電圧が印加されると、各電極片 3 8 b と、この電極片 3 8 b に向き合う歯 3 6 b との間に静電引力は引き起こされる。したがって、可動体 3 6 は支持枠 3 5 の第 1 側部材 3 5 b に向かって移動することができる。このとき、電極片 3 8 b には、第 2 電流供給パッド 5 1 b および第 2 接続配線パターン 5 2 b から電圧は供給されればよい。

以上のような浮上ヘッドスライダ 1 9 によれば、静電アクチュエータ 3 1 の働きで読み出し書き込みヘッド 3 3 はトラック幅方向に微小に変位することができる。こうした微小変位によれば、読み出し書き込みヘッド 3 3 は高い精度で磁気ディスク 1 3 上の記録トラックを追従し続けることが可能となる。しかも、この浮上ヘッドスライダ 1 9 では、静電アクチュエータ 3 1 に重ね合わせられるヘッドベース板 3 2 上に読み出し書き込みヘッド 3 3 は搭載される。読み出し書き込みヘッド 3 3 やヘッドベース板 3 2 は静電アクチュエータ 3 1 の占有面積を圧迫することはない。静電アクチュエータ 3 1 には、スライダ本体 2 2 の空気流出側端面で広い占有面積は確保されることができる。できる限り数多くの歯 3 6 b すなわち可動側電極や固定側電極 3 8 は配置されることができる。静電アクチュエータ 3 1 では効率的な駆動力の生成は実現される。

ここで、前述の浮上ヘッドスライダ 1 9 の製造方法を詳述する。まず、図 8 に示されるように、スライダ本体用基板 6 1 は用意される。スライダ本体用基板 6 1 には例えば 900 ~ 1100 μm 程度の厚みのシリコンウェハが用いられればよい。スライダ本体用基板 6 1 の表面には例えばフリッティングといった加熱溶融ガラス膜が一面に形成される。こういった加熱溶融ガラス膜の形成にあたって例えばスパッタリング法が用いられることができる。

スライダ本体用基板 6 1 の表面にはアクチュエータ用基板 6 2 が張り付けられる。この張り付けにあたってアクチュエータ用基板 6 2 はスライダ本体用基板 6 1 の表面に重ね合わせられる。その後、スライダ本体用基板 6 1 およびアクチュエータ用基板 6 2 が加熱されると、スライダ本体用基板 6 1 およびアクチュエータ用基板 6 2 の間で加熱溶融ガラス膜が溶融する。冷却に伴いスライダ本体用基

板 6 1 およびアクチュエータ用基板 6 2 は相互に接合される。こうしてスライダ
本体用基板 6 1 およびアクチュエータ用基板 6 2 で構成される重ね合わせ基板は
得られる。アクチュエータ用基板 6 2 には、例えばスライダ本体用基板 6 1 と同
一の直径を備えるシリコンウェハーが用いられればよい。アクチュエータ用基板
5 6 2 には、スライダ本体用基板 6 1 と重ね合わせられた際に 2 枚の基板 6 1、6
2 で $1150\text{ }\mu\text{m}$ の総厚みを実現する厚みが与えられる。

こういった張り付けに先立って、重ね合わせ基板の表面で露出するアクチュエ
ータ用基板 6 2 の表面には、例えば図 9 から明らかなように、個々の浮上ヘッド
スライダ 1 9 に対応する区画域 6 3 が規定される。例えばスライダ本体用基板 6
10 1 から切り出される個々の浮上ヘッドスライダ 1 9 の空気流出側端面がアクチュ
エータ用基板 6 2 に投影されると、こういった区画域 6 3 は特定されることがで
きる。アクチュエータ用基板 6 2 上では、区画域 6 3 ごとに第 1 および第 2 導電
端子パッド 4 1 a、4 1 b、4 2 a、4 2 b や第 1 および第 2 導電接続パッド 4
3 a、4 3 b、4 4 a、4 4 b、第 1 中間配線パターン 4 5 a、4 5 b、第 2 中
15 間配線パターン 4 6 a、4 6 b が形成される。こういったパッド 4 1 a、4 1 b、
4 2 a、4 2 b、4 3 a、4 3 b、4 4 a、4 4 b や配線パターン 4 5 a、4 5
b、4 6 a、4 6 b は例えば Au や Al、Mo といった導電性金属材料から形成
されればよい。こういったパッド 4 1 a、4 1 b、4 2 a、4 2 b、4 3 a、4
3 b、4 4 a、4 4 b や配線パターン 4 5 a、4 5 b、4 6 a、4 6 b の形成に
20 あたっては例えばスパッタリング法およびエッチング法の組み合わせやめっき法
が用いられればよい。こういったパッド 4 1 a、4 1 b、4 2 a、4 2 b、4 3
a、4 3 b、4 4 a、4 4 b や配線パターン 4 5 a、4 5 b、4 6 a、4 6 b の
形成に先立って、アクチュエータ用基板 6 2 の表面には例えばシリコンの熱酸化
や SOG (Spin On Glass) に基づき絶縁層が一様に形成される。
25 こうしてアクチュエータ用基板 6 2 上でパッド 4 1 a、4 1 b、4 2 a、4 2
b、4 3 a、4 3 b、4 4 a、4 4 b や配線パターン 4 5 a、4 5 b、4 6 a、
4 6 b が形成されると、図 1 0 に示されるように、アクチュエータ用基板 6 2 の
表面には例えばフリットイングといった加熱溶融ガラス膜 6 4 が形成される。こ
ういった加熱溶融ガラス膜 6 4 の形成にあたっては例えばスパッタリング法が用

いられればよい。このとき、加熱溶融ガラス膜64には、図10から明らかなように、固定側電極38の形成予定域で区画される第1空隙65と、第1および第2導電接続パッド43a、43b、44a、44b上で区画される第2空隙66とが形成される。

- 5 その一方で、アクチュエータ用基板62の裏面では、例えば図11に示されるように、個々の区画域63ごとに、支持枠35の形成予定域68と、可動体36の形成予定域69と、固定側電極38すなわち各電極片38a、38bの形成予定域71a、71bとが区画される。支持枠35の形成予定域68と可動体36の形成予定域69との間には、区画域63の輪郭に沿って延びる1対の接続領域
- 10 72が確保される。この接続領域72の働きで、個々の区画域63には、区画域63の輪郭に沿って継ぎ目なく延びる囲い枠領域73が規定されることができ。

続いて囲い枠領域73の内側では、例えば図12に示されるように、アクチュエータ用基板62の裏側表面から立ち上がる電極片用土台74a、74bが形成される。電極片38aに対応する電極片用土台74aは、電極片38aの形成予定域71a上に形成される本体部分75aと、この本体部分75aから囲い枠領域73すなわち支持枠35の形成予定域68に至る連結部分76aとを備える。

15 その一方で、電極片38bに対応する電極片用土台74bは、電極片38bの形成予定域71b上に形成される本体部分75bと、この本体部分75bから囲い枠領域73すなわち可動体36の形成予定域69に至る連結部分76bとを備える。

20 こういった電極片用土台74a、74bの形成にあたっては例えばイオンミリング法が用いられればよい。イオンミリング法の実施にあたって、アクチュエータ用基板62の裏面上には、電極片用土台74a、74bの形状を象ったフォトレジスト膜が形成されればよい。

こうして電極片用土台74a、74bが形成された後、例えば図13に示されるように、アクチュエータ用基板62の裏面には囲い枠領域73上で絶縁膜77が形成される。こうしてアクチュエータ用基板62の裏側表面に積層形成される絶縁膜77の壁面に各電極片用土台74a、74bの連結部分76a、76bは接続される。図14から明らかなように、絶縁膜77の厚みは電極片用土台74a、74bの高さに合わせ込まれる。こういった絶縁膜77の形成にあたっては

例えばスパッタリング法が用いられればよい。スパッタリング法の実施にあたって、アクチュエータ用基板 6 2 の裏面上には、絶縁膜 7 7 の輪郭を象ったフォトレジスト膜が形成されればよい。

続いて電極片用土台 7 4 a、7 4 b 上および絶縁膜 7 7 上には、例えば図 1 5
5 に示されるように、個々の区画域 6 3 ごとに第 1 および第 2 電流供給パッド 5 1 a、5 1 b 並びに第 1 および第 2 接続配線パターン 5 2 a、5 2 b が形成される。第 1 接続配線パターン 5 2 a は、電極片 3 8 a に対応する電極片用土台 7 4 a の表面を完全に覆い隠す。同様に、第 2 接続配線パターン 5 2 b は、電極片 3 8 b に対応する電極片用土台 7 4 b の表面を完全に覆い隠す。こういったパッド 5 1
10 a、5 1 b や配線パターン 5 2 a、5 2 b の形成にあたっては例えばスパッタリング法やめっき法が用いられればよい。スパッタリング法の実施にあたって、アクチュエータ用基板 6 2 の裏面上には、パッド 5 1 a、5 1 b や配線パターン 5 2 a、5 2 b の輪郭を象ったフォトレジスト膜が形成されればよい。

その後、例えば図 1 6 に示されるように、囲い枠領域 7 3 の絶縁膜 7 7 上には
15 絶縁層 7 8 がさらに形成される。絶縁層 7 8 は、第 1 および第 2 電流供給パッド 5 1 a、5 1 b 並びに第 1 および第 2 接続配線パターン 5 2 a、5 2 b の周囲に積層される。こうした絶縁層 7 8 の表面はパッド 5 1 a、5 1 b や配線パターン 5 2 a、5 2 b の表面に面一で連続する。絶縁層 7 8 の表面並びにパッド 5 1 a、5 1 b および配線パターン 5 2 a、5 2 b の表面でスライダ本体用基板 6 1 上の
20 加熱熔融ガラス膜は受け止められる。すなわち、絶縁層 7 8、第 1 および第 2 電流供給パッド 5 1 a、5 1 b 並びに第 1 および第 2 接続配線パターン 5 2 a、5 2 b でスライダ本体用基板 6 1 およびアクチュエータ用基板 6 2 の接合は確立される。

前述のようにスライダ本体用基板 6 1 にアクチュエータ用基板 6 2 が接合され
25 ると、図 1 7 に示されるように、アクチュエータ用基板 6 2 の表面には例えばフォトレジスト膜 8 1 が形成される。このフォトレジスト膜 8 1 は、個々の区画域 6 3 ごとに、支持枠 3 5 の形成予定域 6 8 と、可動体 3 6 の形成予定域 6 9 と、固定側電極 3 8 すなわち各電極片 3 8 a、3 8 b の形成予定域 7 1 a、7 1 b と、前述の接続領域 7 2 と、ばね 3 7 の形成予定域 8 2 とを覆う。続いてアクチュエ

ータ用基板 6 2 の表面からエッチング処理は実施される。加熱溶融ガラス膜 6 4 の除去にあたっては例えばウェットエッチング法やリアクティブイオンエッチング (R I E) 法が用いられればよい。シリコンの除去にあたっては例えばディープリアクティブイオンエッチング (D R I E) 法が用いられればよい。

- 5 フォトレジスト膜 8 1 の周囲でアクチュエータ用基板 6 2 には、アクチュエータ用基板 6 2 の表面から裏面に突き抜ける空隙が彫り込まれていく。この空隙は、図 1 8 に示されるように、スライダ本体用基板 6 1 の表面から立ち上がって、区画域 6 3 の輪郭に沿って継ぎ目なく延びる囲い壁 8 4 を形成する。囲い壁 8 4 の内側で、空隙は、可動体 3 6 の形成予定域 6 9 に対応して囲い壁 8 4 の内壁面から延びる複数の櫛歯 3 6 b すなわち可動側電極を区画する。隣り合う櫛歯 3 6 b 同士の間で、空隙は、スライダ本体用基板 6 1 の表面から立ち上がる電極片 3 8 a、3 8 b を区画する。同様に囲い壁 8 4 の内側で、空隙は、囲い壁 8 4 の内壁面に櫛歯 3 6 b を連結する 1 対のばね 3 7 を区画する。囲い壁 8 4 は、スライダ本体用基板 6 1 上で、全ての櫛歯 3 6 b すなわち可動側電極と、全ての固定側電極 3 8 すなわち電極片 3 8 a、3 8 b と、2 つのばね 3 7 とを途切れなく取り
10 囲む。

- その後、アクチュエータ用基板 6 2 の表面には、図 1 9 に示されるように、ヘッドベース用基板 8 5 が張り付けられる。この張り付けにあたってヘッドベース用基板 8 5 は前述の重ね合わせ基板すなわちアクチュエータ用基板 6 2 の表面に
20 重ね合わせられる。その後、アクチュエータ用基板 6 2 およびヘッドベース用基板 8 5 が加熱されると、アクチュエータ用基板 6 2 およびヘッドベース用基板 8 5 の間で加熱溶融ガラス膜が溶融する。冷却に伴いアクチュエータ用基板 6 2 およびヘッドベース用基板 8 5 は相互に接合される。こうしてスライダ本体用基板 6 1、アクチュエータ用基板 6 2 およびヘッドベース用基板 8 5 で構成される重ね合わせ基板は得られる。ヘッドベース用基板 8 5 には、例えば 5 0 μ m 程度の
25 厚みで前述のスライダ本体用基板 6 1 やアクチュエータ用基板 6 2 と同一の直径を備えるシリコンウェハーが用いられればよい。

こうした張り付けに先立って、ヘッドベース用基板 8 5 には、例えば図 2 0 に示されるように、個々の浮上ヘッドスライダ 1 9 に対応する区画域 8 6 ごとに予

め4つの貫通孔87が形成される。貫通孔87は、アクチュエータ用基板62上の第1および第2導電接続パッド43a、43b、44a、44bに対応して位置決めされる。こうしたヘッドベース用基板85がアクチュエータ用基板62に重ね合わせられると、貫通孔87は、加熱溶融ガラス膜64内の第2空隙66に
5 接続される。

ヘッドベース用基板85が張り付けられると、個々の区画域63、86ごとに、スライダ本体用基板61およびヘッドベース用基板85の間で囲い壁84の内側には密閉空間が区画される。この密閉空間には前述の各櫛歯36bや各電極片38a、38b、各ばね37が収容される。

10 ヘッドベース用基板85の張り付けが完了すると、ヘッドベース用基板85の各貫通孔87には導電性樹脂材の流動体が注入される。導電性樹脂材の流動体は完全に貫通孔87および第2空隙66を満たす。流動体が凝固すると、第1および第2導電接続パッド43a、43b、44a、44b上で立ち上がる第1および第2導電体48a、48bは確立される。

15 張り付けられたヘッドベース用基板85の表面では、周知の通り、前述の各区画域86に対応するブロックごとに読み出し書き込みヘッド33が積層形成されていく。こういった読み出し書き込みヘッド33の形成過程で、ヘッドベース用基板85の表面では、第1導電体48aに読み取り素子をつなぎ合わせる第1引き出し配線パターン47aや、第2導電体48bに書き込み素子をつなぎ合わせる第2引き出し配線パターン47bは形成される。形成された読み出し書き込み
20 ヘッド33は例えばSiO₂膜やAl₂O₃膜といった保護膜に覆われる。こうしてスライダ本体用基板61、アクチュエータ用基板62およびヘッドベース用基板85から構成される重ね合わせ基板の表面には、個々の浮上ヘッドスライダ19に切り出されるブロックごとに読み出し書き込みヘッド33は構築される。

25 読み出し書き込みヘッド33が構築されると、図21に示されるように、一列の浮上ヘッドスライダ19に対応する細長い列基板すなわちパー素材91が重ね合わせ基板から切り出される。切り出されたパー素材91には前後1対の切断面91a、91bが規定される。周知の通り、前側の切断面91aにはブロックごとに浮上ヘッドスライダ19の浮上面23が形作られる。この浮上面23の形成

にあたって、バー素材 9 1 には前側の切断面 9 1 a から研磨処理が施される。この研磨処理で、読み出し書き込みヘッド 3 3 の大きさは調整されることができる。すなわち、例えば読み取り素子に組み込まれるスピバルブ膜やトンネル接合膜の抵抗値は調整される。

- 5 こうした研磨処理にあたって、前述のように各櫛歯 3 6 b や各電極片 3 8 a、3 8 b、各ばね 3 7 は密閉空間内に維持される。したがって、櫛歯 3 6 b および電極片 3 8 a、3 8 b の間や、電極片 3 8 a、3 8 b 同士の間、ばね 3 7 の周囲に形成される空間には、研磨処理の研磨液や、研磨処理で発生する削りかす、その他の異物が入り込むことは確実に防止されることができる。しかも、ばね 3 7
- 10 を受け止める囲い壁 8 4 や櫛歯 3 6 b は、スライダ本体用基板 6 1 およびヘッドベース用基板 8 5 の間で強固に固定される。囲い壁 8 4 や櫛歯 3 6 b の移動は完全に阻止される。したがって、可動体 3 6 の変位に基づくばね 3 7 の破損といった不具合は確実に防止されることができる。

- こうして浮上面 2 3 の形成が完了すると、バー素材 9 1 には前側の切断面 9 1
- 15 a からエッチング処理が施される。このエッチング処理で可動体 3 6 の輪郭が彫り込まれる。こういった輪郭の彫り込みにあたって、図 2 2 に示されるように、例えば前述の接続領域 7 2 内で囲い壁 8 4 は完全に除去される。囲い壁 8 4 から支持枠 3 5 は削り出される。こうして支持枠 3 5 が削り出されると、可動体 3 6 および支持枠 3 5 の間に 1 対の空隙 9 2 が形成される。こうして可動体 3 6 は支
- 20 持枠 3 5 から切り離される。同時に、可動体 3 6 の形成予定域 6 9 内では、スライダ本体用基板 6 1 の表面に沿って囲い壁 8 4 は除去される。スライダ本体用基板 6 1 の表面に広がる前述の絶縁層 7 8 に隣接しつつ空隙 9 2 同士を結ぶ間隙 9 3 は形成される。この間隙 9 3 はスライダ本体用基板 6 1 から可動体 3 6 を切り離す。このとき、可動体 3 6 とヘッドベース用基板 8 5 との連結は維持され続け
- 25 る。エッチング処理には例えば D R I E 法が用いられればよい。D R I E 法の実現にあたって、バー素材 8 1 の前側の切断面 9 1 a には、空隙 9 2 や間隙 9 3 の輪郭を象ったフォトリジスト膜が形成されればよい。こうして空隙 9 2 および間隙 9 3 は囲い壁 8 4 に同時に形成されることができる。

その後、バー素材 9 1 から個々の浮上ヘッドスライダ 1 9 は切り出される。こ

ういった切り出しにあたって例えばカットソーは用いられる。カットソーの切り込みは例えばバー素材 9 1 の後側の切断面 9 1 b から入れられればよい。こういった切り込みによれば、たとえ支持枠 3 5 やスライダ本体用基板 6 1 から可動体 3 6 が切り離された後であっても、櫛歯 3 6 b および電極片 3 8 a、3 8 b の間や、電極片 3 8 a、3 8 b 同士の間、ばね 3 7 の周囲に形成される空間には、カットソーに供給される潤滑液や冷却液、削りかすといった異物は入り込みにくい。

こうして個々に切り離された浮上ヘッドスライダ 1 9 には、図 2 3 に示されるように、ヘッドベース用基板 8 5 の表面からエッチング処理が施される。このエッチング処理でヘッドベース用基板 8 5 からヘッドベース板 3 2 は削り出される。支持枠 3 5 およびばね 3 7 は完全に露出する。しかも、ヘッドベース板 3 2 は支持枠 3 5 から完全に切り離される。ヘッドベース板 3 2 を受け止める可動体 3 6 では、支持枠 3 5 に対して相対変位の確立が実現される。ここで、エッチング処理には例えば D R I E 法が用いられればよい。前述のように読み出し書き込みヘッド 3 3 を覆う保護膜 9 4 で予めヘッドベース板 3 2 の輪郭が規定されていれば、D R I E 法の実施にあたって保護膜 9 4 はマスクとして機能することができる。したがって、別途新たにフォトリソ膜が形成されなくても、確実にヘッドベース板 3 2 は削り出されることができる。しかも、支持枠 3 5 やばね 3 7 の表面には加熱溶融ガラス膜 6 4 が予め形成されることから、ヘッドベース用基板 8 5 の除去後に過度に支持枠 3 5 やばね 3 7 が削り取られることはない。

以上のように、前述の浮上ヘッドスライダ 1 9 は、例えばシリコンウェハーといった基板から比較的簡単に製造されることができる。こういった製造方法は、前述のように静電アクチュエータ 3 1 といった微動アクチュエータを備える浮上ヘッドスライダ 1 9 の量産化に大いに役立つ。以上のような製造方法では、基板 6 1、6 2、8 5 同士の接着にあたって、前述のいわゆる溶融ガラス接合に代えて、陽極接合や共晶接合が用いられてもよい。

なお、前述のヘッドスライダ 1 9 では、例えば図 2 4 に示されるように、リアレール 2 7 は、スライダ本体 2 2 上のみならず、ヘッドベース板 3 2 や可動体 3 6 の媒体対向面まで広がってもよい。このとき、後方空気軸受け面 2 8 は、スライダ本体 2 2 から可動体 3 6 やヘッドベース板 3 2 にまたがってリアレール 2 7

上で広がればよい。その他、例えば図 2 5 に示されるように、リアレール 2 7 や後方空気軸受け面 2 8 は、ヘッドベース板 3 2 や可動体 3 6 の媒体対向面にのみ形成されてもよい。

さらにまた、前述の浮上ヘッドスライダ 1 9 では、例えば図 2 6 に示されるように、スライダ本体 2 2、可動体 3 6 およびヘッドベース板 3 2 にまたがるリアレール 2 7 の輪郭でスライダ本体 2 2 には切れ目 1 0 1 が形成されてもよい。こういった切れ目 1 0 1 の働きで、リアレール 2 7 を含むブロック体 1 0 2 はスライダ本体 2 2 から分離される。ブロック体 1 0 2 は可動体 3 6 に結合される。前述のような間隙 9 3 の形成にあたって、ブロック体 1 0 2 と可動体 3 6 との連結は維持されればよい。切れ目 1 0 1 の形成にあたっては、間隙 9 3 の形成とは別に例えば D R I E 法が用いられればよい。

こういったブロック体 1 0 2 の形成にあたって、切れ目 1 0 1 はスライダ本体 2 2 の浮上面 2 3 から背面に向かって貫通してもよい。その他、ブロック体 1 0 2 は、スライダ本体 2 2 よりも小さな厚みで規定されてもよい。ブロック体 1 0 2 には、後方空気軸受け面 2 8 の変形を回避する程度の厚みが与えられればよい。この場合には、例えば図 2 7 に示されるように、切れ目 1 0 1 に加えて、浮上面 2 3 に平行なスリット 1 0 3 でブロック体 1 0 2 はスライダ本体 2 2 から切り離されればよい。こういったスリット 1 0 3 は、スライダ本体用基板 6 1 に対するアクチュエータ基板 6 2 の張り付けに先立ってスライダ本体用基板 6 1 上で形成されればよい。この形成には例えば D R I E 法が用いられればよい。

請求の範囲

1. スライダ本体と、スライダ本体の空気流出側端面に取り付けられる静電アクチュエータと、静電アクチュエータ上に設置されるヘッドベース板と、ヘッドベース板上に配置されるヘッド素子とを備えることを特徴とするヘッドスライダ。

2. 請求の範囲第1項に記載のヘッドスライダにおいて、前記ヘッドベース板は、ヘッド素子で生成される応力にうち勝つ剛性を備えることを特徴とするヘッドスライダ。

10

3. 請求の範囲第2項に記載のヘッドスライダにおいて、前記ヘッドベース板の表面に沿って延び、一端で前記ヘッド素子に接続される配線パターンと、配線パターンの他端に接続され、前記ヘッドベース板の表面から裏面まで貫通する導電体とをさらに備えることを特徴とするヘッドスライダ。

15

4. 請求の範囲第1項に記載のヘッドスライダにおいて、前記静電アクチュエータは、前記スライダ本体の空気流出側端面に取り付けられる支持枠と、前記スライダ本体の空気流出側端面から離隔した位置で支持枠の内側に配置され、前記ヘッドベース板に連結される櫛形の可動体と、支持枠に可動体を連結するばねと、可動体に形成される櫛歯形の可動側電極同士の間で前記スライダ本体の空気流出側端面から立ち上がる固定側電極とを備えることを特徴とするヘッドスライダ。

20

5. 請求の範囲第4項に記載のヘッドスライダにおいて、前記ヘッドベース板の表面に沿って延び、一端で前記ヘッド素子に接続される第1配線パターンと、第1配線パターンの他端に接続され、前記ヘッドベース板の表面から裏面まで貫通する導電体と、前記可動体上に形成されて導電体を受け止める導電パッドと、前記ばねを経由して導電パッドから前記支持枠に向かって延びる第2配線パターンとをさらに備えることを特徴とするヘッドスライダ。

25

6. スライド本体用基板の表面にアクチュエータ用基板を張り付ける工程と、アクチュエータ用基板上にヘッドベース用基板を張り付ける工程と、ヘッドベース用基板上でヘッド素子を積層形成する工程とを備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

5

7. 請求の範囲第6項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記アクチュエータ用基板の張り付けにあたって、陽極接合、共晶接合および熔融ガラス接合のいずれかが用いられることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

10 8. 請求の範囲第7項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記ヘッドベース用基板の張り付けにあたって、陽極接合、共晶接合および熔融ガラス接合のいずれかが用いられることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

15 9. 請求の範囲第6項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記ヘッドベース用基板の張り付けに先立って、前記アクチュエータ用基板の表面から裏面に突き抜ける空隙を用いて、前記スライド本体用基板に固定される支持枠と、この支持枠の内側に配置される櫛形の可動体と、支持枠に可動体を連結するばねと、可動体に形成される櫛歯形の可動側電極同士の間で前記スライド本体用基板の表面から立ち上がる固定側電極とを象ることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

20

10. 請求の範囲第9項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記ヘッドベース用基板の張り付けに先立って、個々のヘッドスライダに対応する区画域ごとに前記スライド本体用基板上で少なくとも前記櫛歯形の可動側電極を途切れなく取り囲む囲い壁を前記アクチュエータ用基板から形成する工程をさらに備え、前記スライド本体用基板、前記ヘッドベース用基板および囲い壁で、少なくとも前記櫛歯形の可動側電極を収容する密閉空間は区画されることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

25

1 1. 請求の範囲第 1 0 項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記スライダ本体用基板、アクチュエータ用基板およびヘッドベース用基板から構成される重ね合わせ基板から 1 列のヘッドスライダを含むバー素材を切り出す工程と、切り出されたバー素材の切断面に研磨処理を施し、前記ヘッド素子の大きさを調整する工程とをさらに備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

1 2. 請求の範囲第 1 1 項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記支持枠は前記囲い壁から削り出されることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

10 1 3. 請求の範囲第 1 2 項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記櫛歯形の可動側電極は前記囲い壁の内壁面に一体に形成されることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

1 4. スライダ本体用基板の表面にアクチュエータ用基板を張り付ける工程と、
15 アクチュエータ用基板の表面から微動アクチュエータの可動体の輪郭を彫り込む工程と、スライダ本体用基板およびアクチュエータ用基板から構成される重ね合わせ基板から、1 列のヘッドスライダを含むバー素材を切り出す工程と、切り出されたバー素材の切断面から可動体の輪郭を彫り込み、スライダ本体用基板から可動体を切り離す工程とを備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

20

1 5. 請求の範囲第 1 4 項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記アクチュエータ用基板の表面から前記可動体の輪郭を彫り込むにあたって、スライダ本体用基板の表面に固定されて前記可動体に連結される支持枠を前記アクチュエータ用基板から削り出す工程と、前記切断面から可動体の輪郭を彫り込むにあたって支持枠から前記可動体を切り離す工程とをさらに備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

1 6. 請求の範囲第 1 5 項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記アクチュエータ用基板の表面から前記可動体の輪郭を彫り込んだ後に、バー素材の

切り出しに先立って前記アクチュエータ用基板の表面にヘッドベース用基板を張り付ける工程と、ヘッドベース用基板上でヘッド素子を積層形成する工程とをさらに備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

- 5 17. 請求の範囲第14項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記微動アクチュエータは、前記スライダ本体用基板に固定される支持枠と、この支持枠に前記可動体を連結するばねと、前記可動体に一体に形成される櫛歯形の可動側電極と、可動側電極同士の間で前記スライダ本体用基板の表面から立ち上がる固定側電極とを備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

10

18. 請求の範囲第17項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記アクチュエータ用基板の表面から前記可動体の輪郭を彫り込んだ後に、バー素材の切り出しに先立って前記アクチュエータ用基板の表面にヘッドベース用基板を張り付ける工程と、ヘッドベース用基板上でヘッド素子を積層形成する工程とをさらに備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

15

19. 請求の範囲第18項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記アクチュエータ用基板の表面から前記可動体の輪郭を彫り込むと同時に、前記スライダ本体用基板上で少なくとも前記櫛歯形の可動側電極を途切れなく取り囲む囲い壁を前記アクチュエータ用基板から削り出す工程をさらに備え、前記スライダ本体用基板、前記ヘッドベース用基板および囲い壁で、少なくとも前記櫛歯形の可動側電極を収容する密閉空間は区画されることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

20

20. 請求の範囲第19項に記載のヘッドスライダの製造方法において、前記切断面から前記可動体の輪郭を彫り込む以前に前記切断面に研磨処理を施し、前記ヘッド素子の大きさを調整する工程をさらに備えることを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

25

1/24

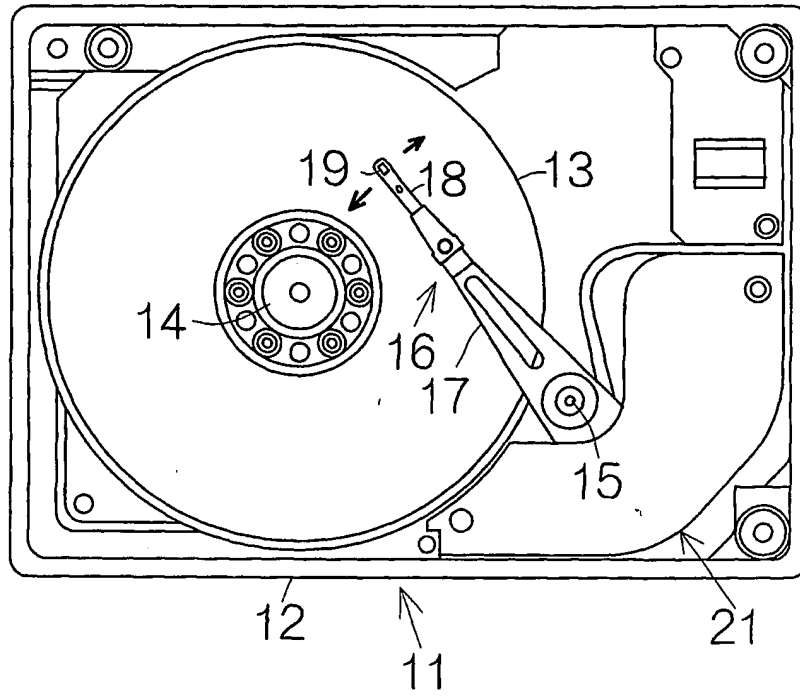


FIG. 1

2/24

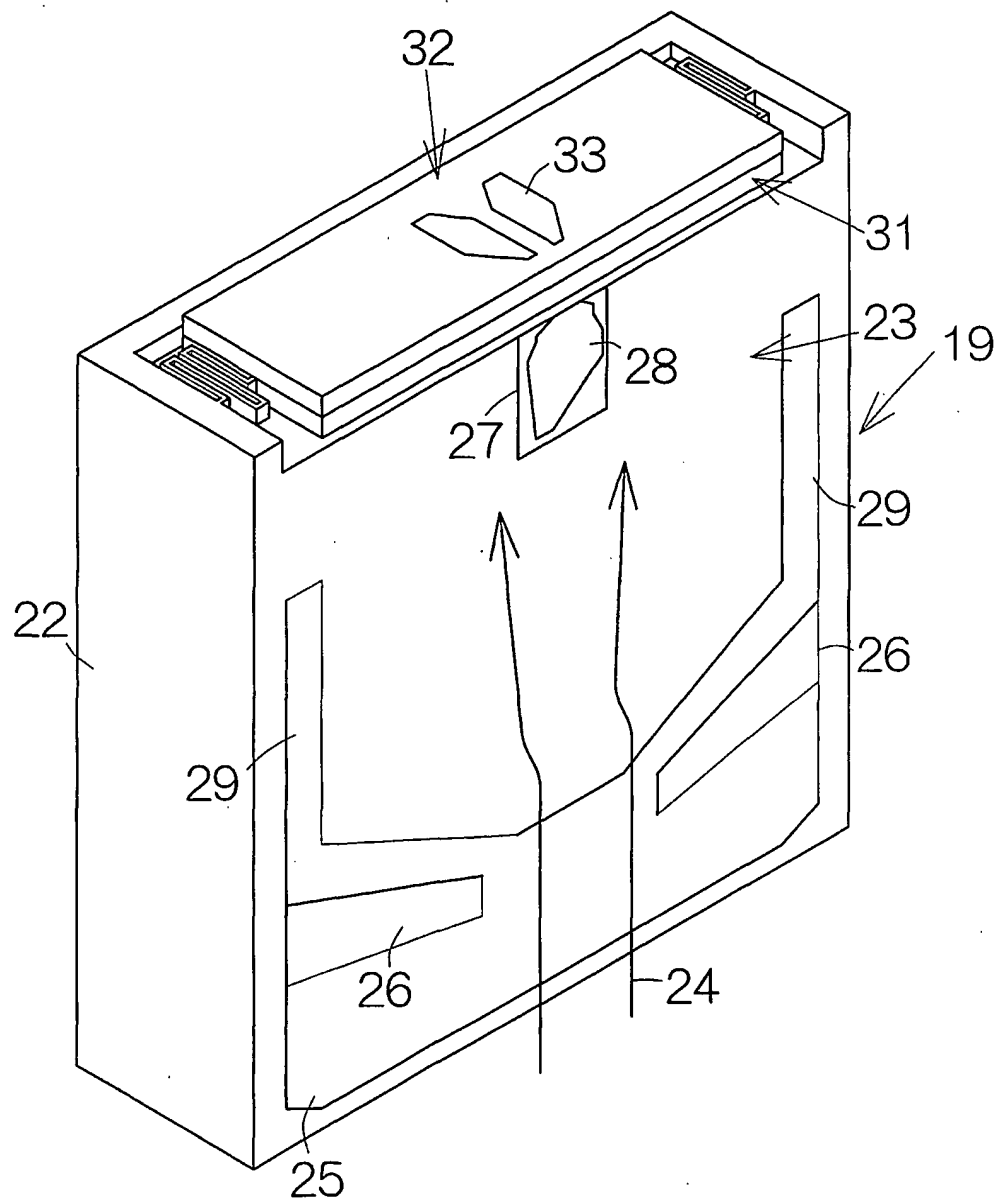


FIG.2

3/24

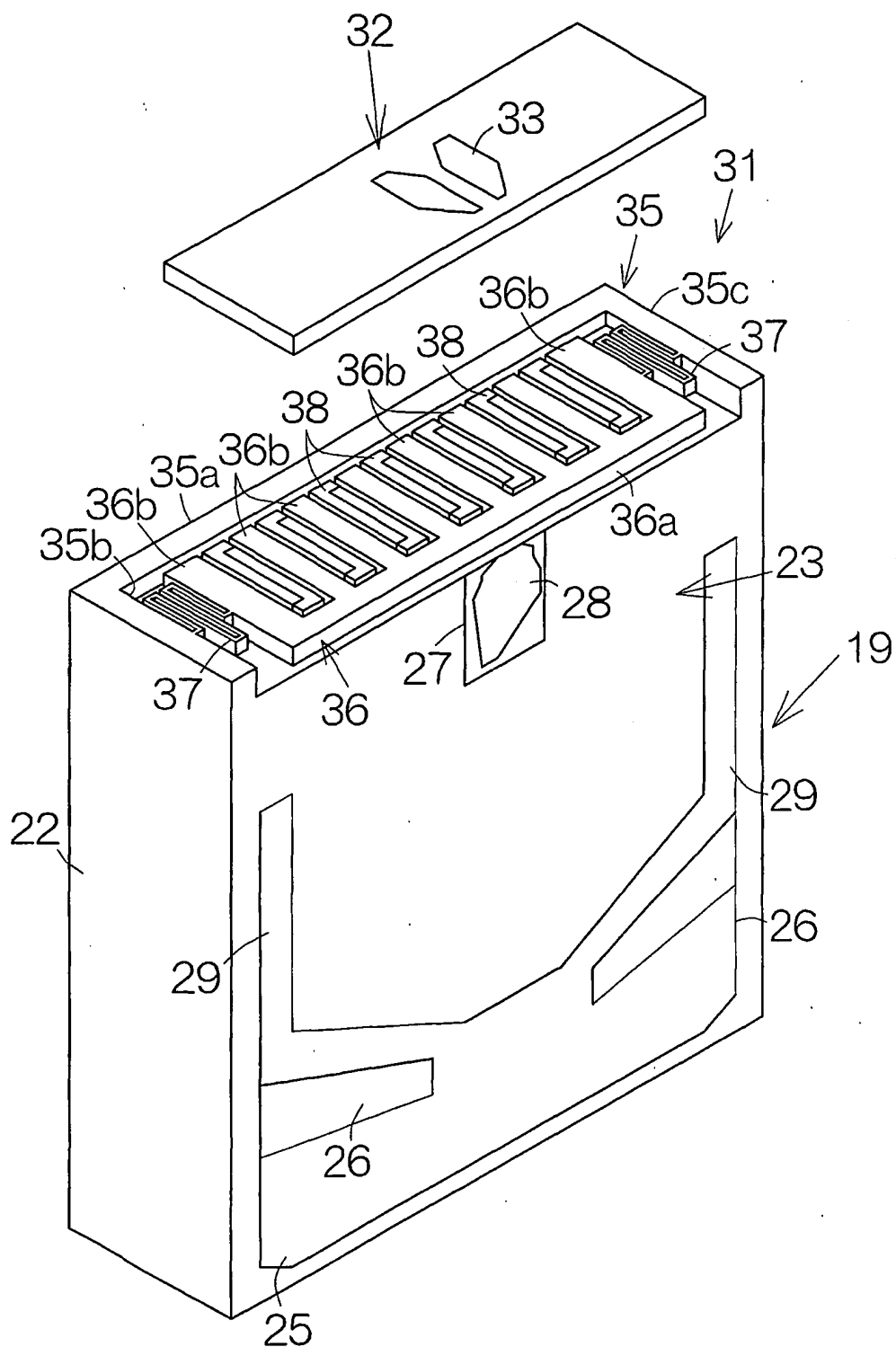
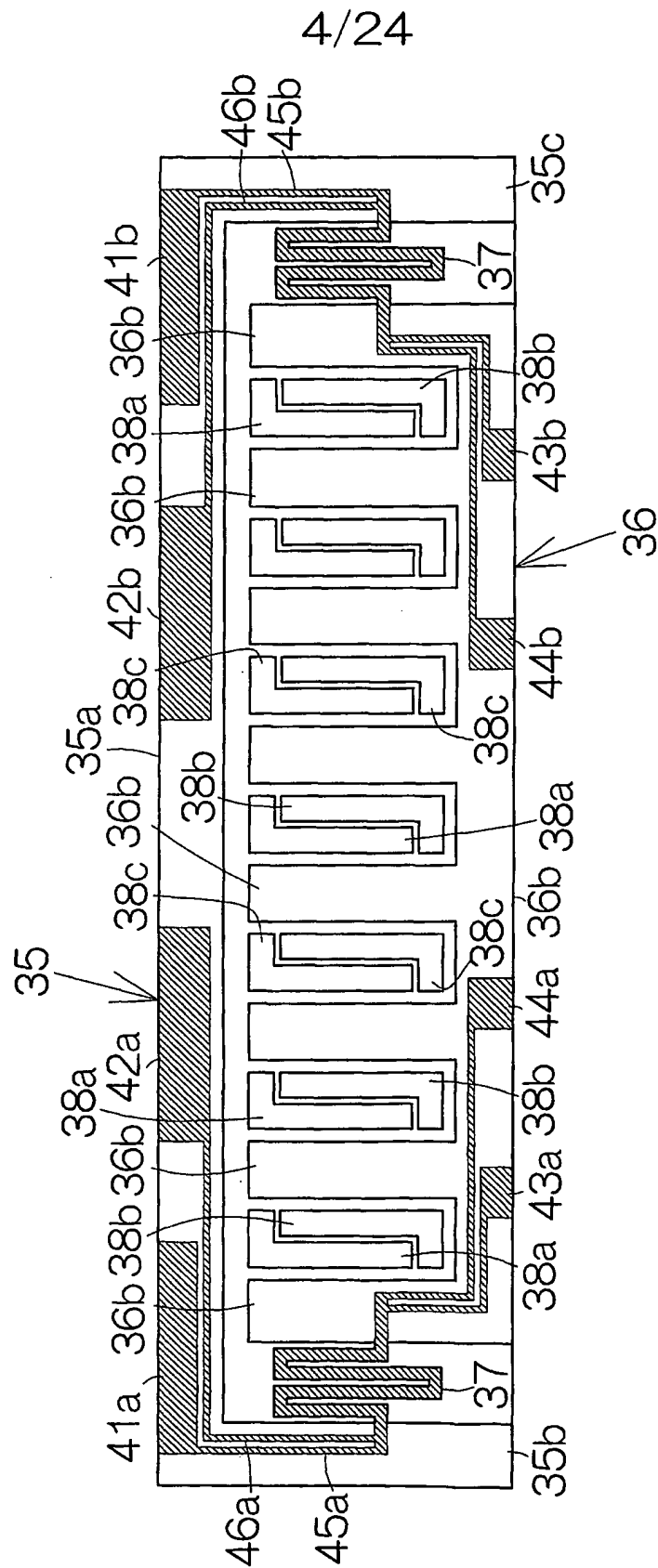


FIG.3



5/24

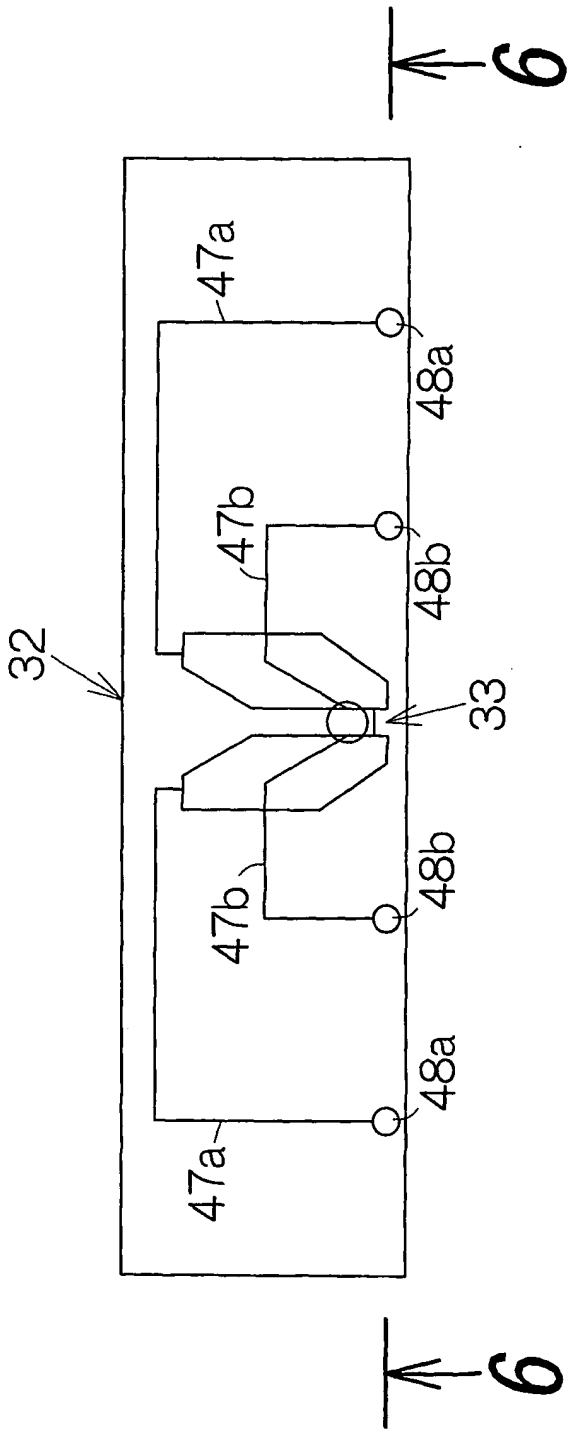


FIG.5

6/24

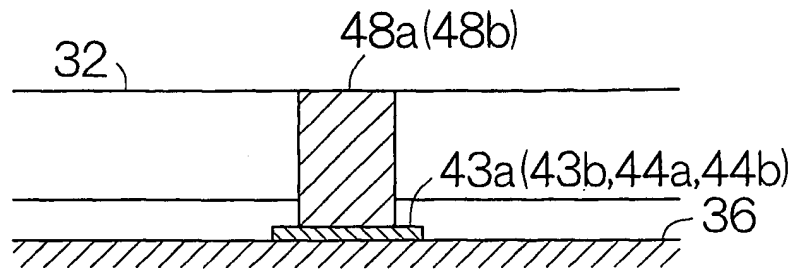


FIG.6

7/24

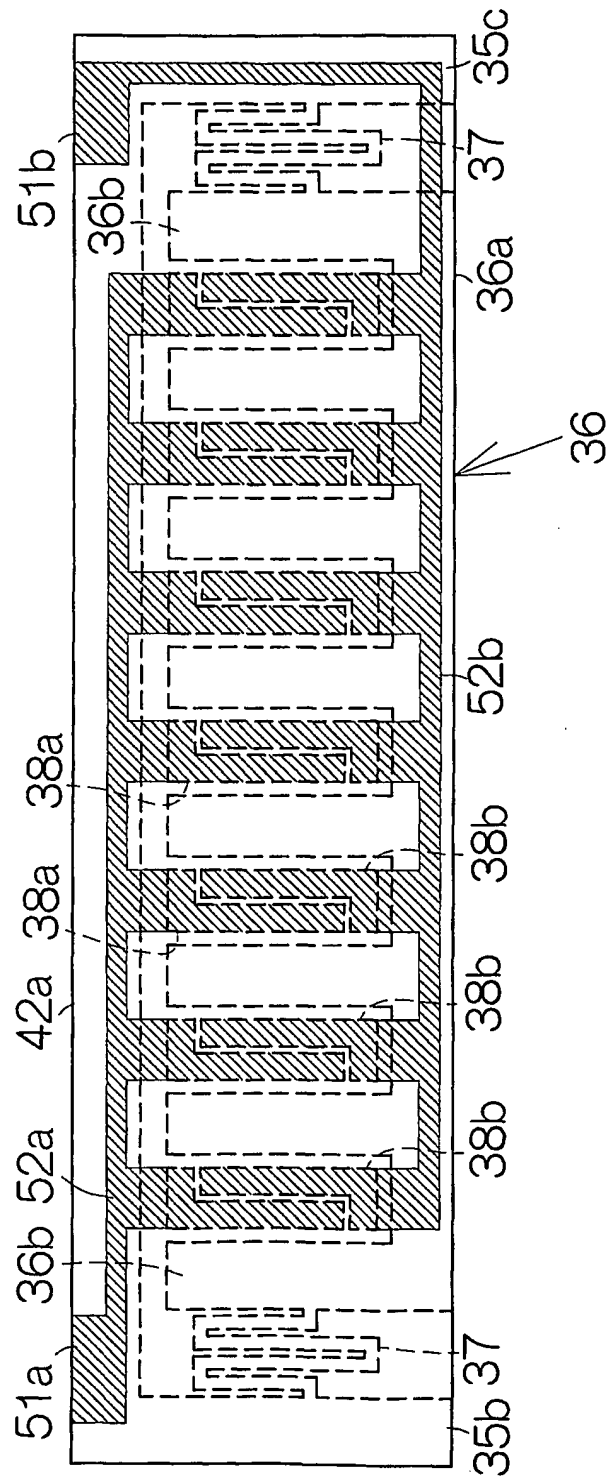


FIG. 7

8/24

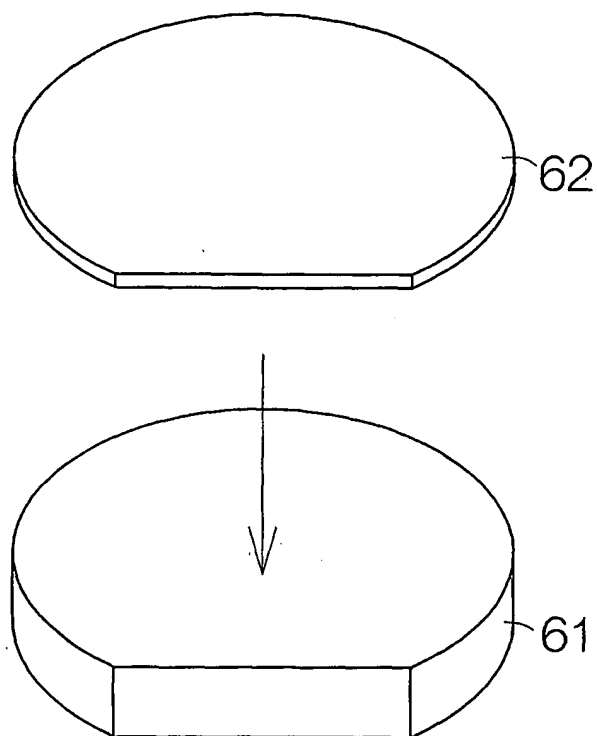


FIG.8

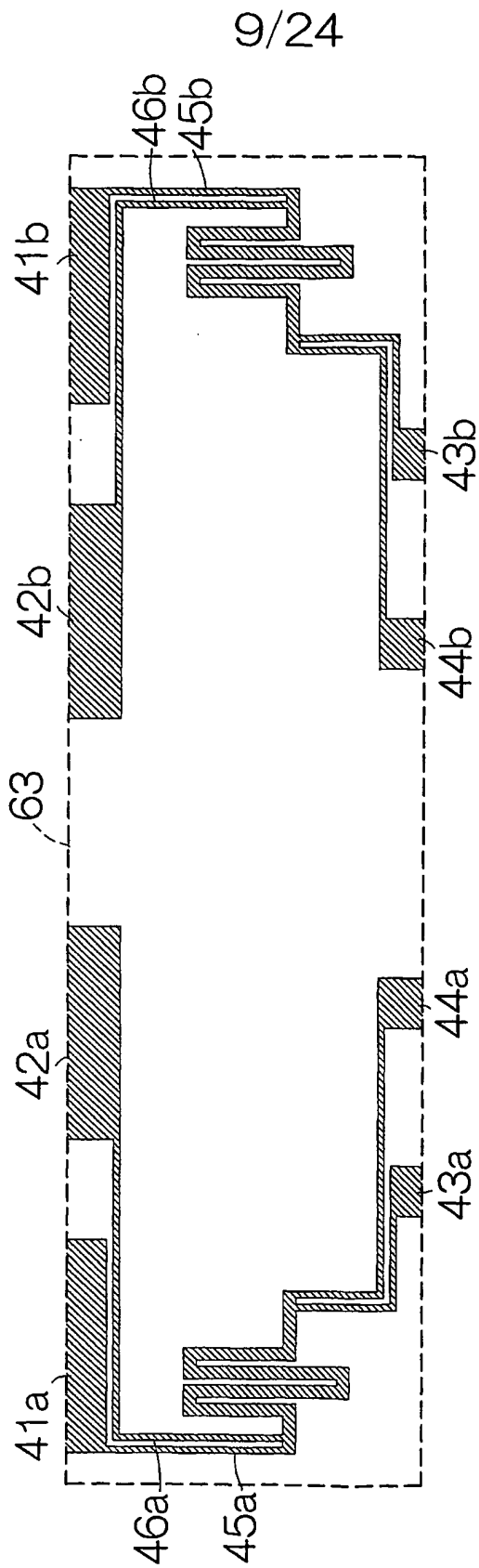


FIG.9

10/24.

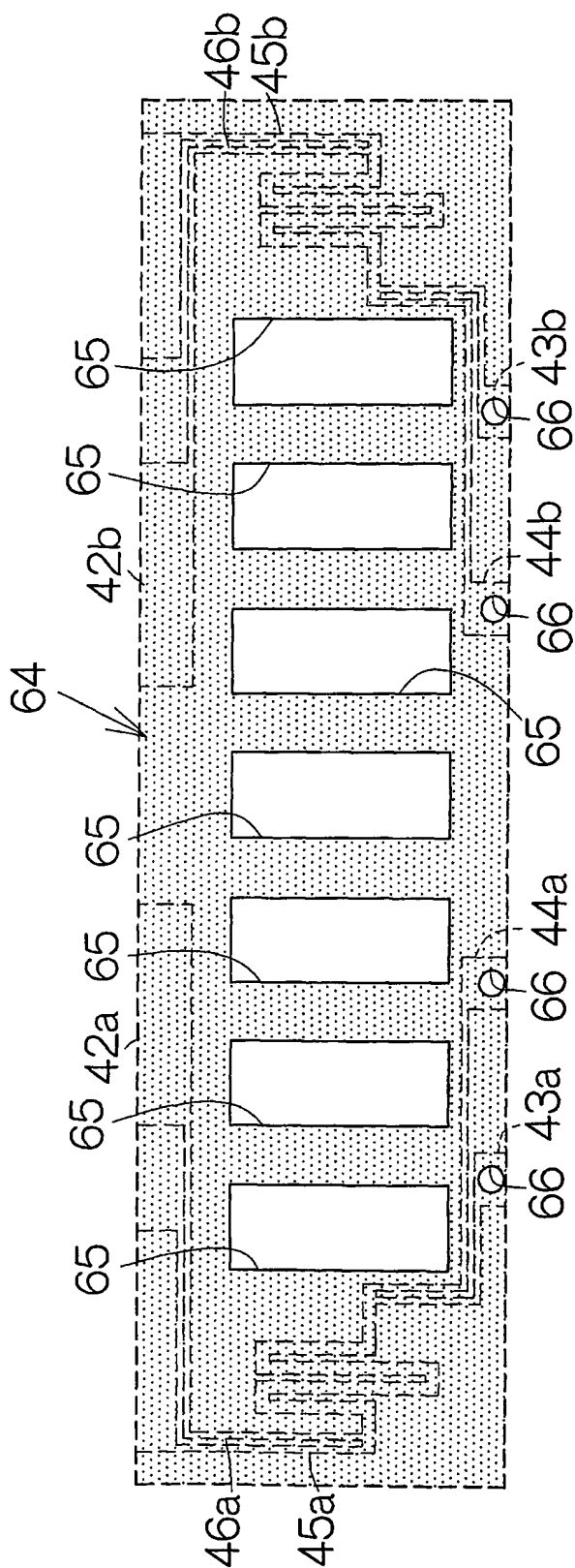


FIG. 10

11/24

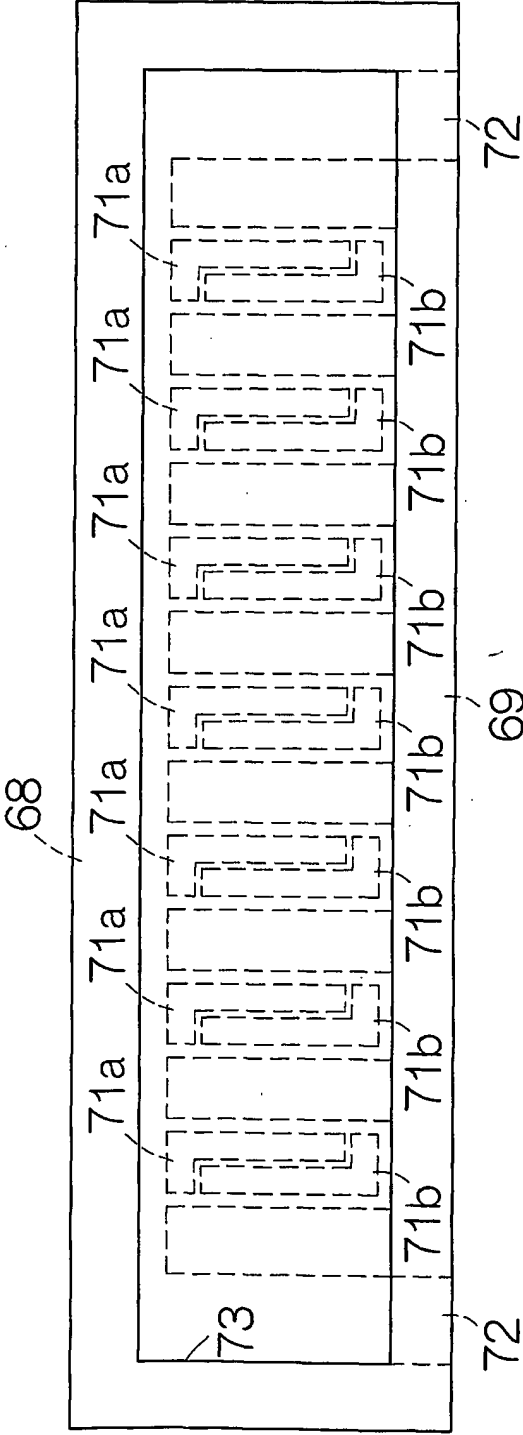


FIG.11

12/24

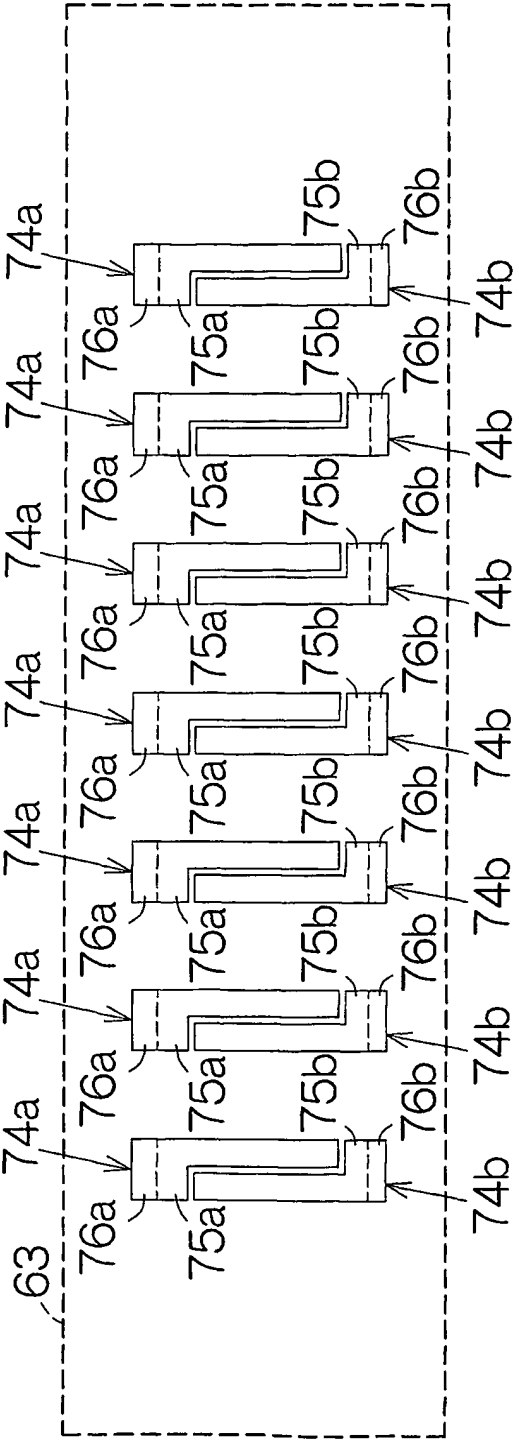
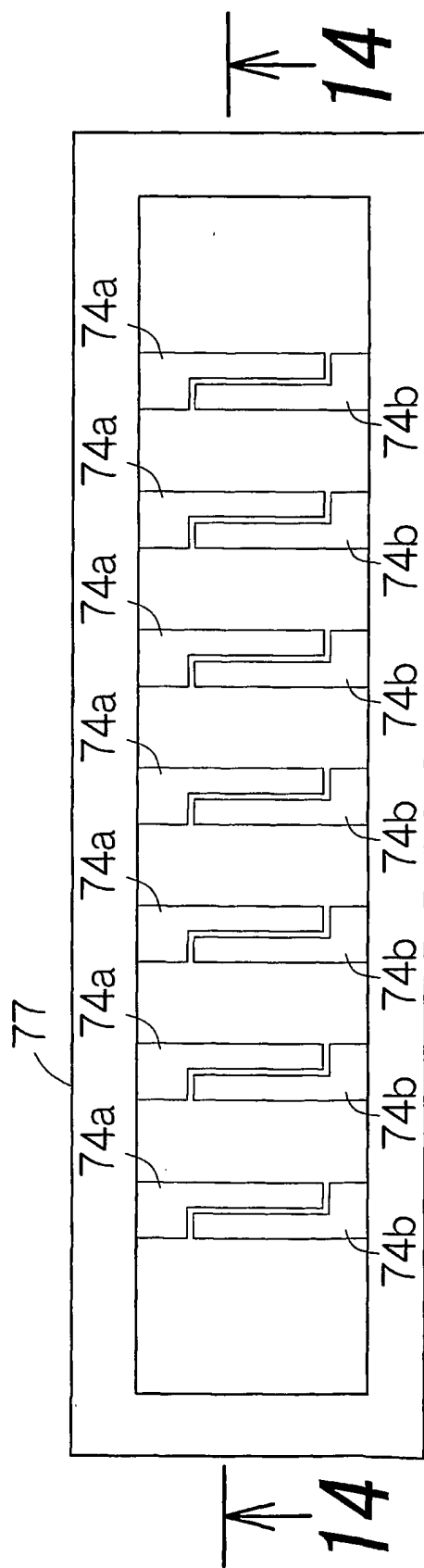


FIG.12



13/24

FIG.13

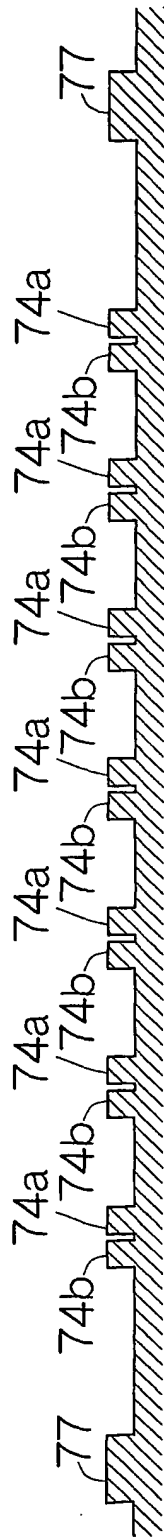


FIG.14

14/24

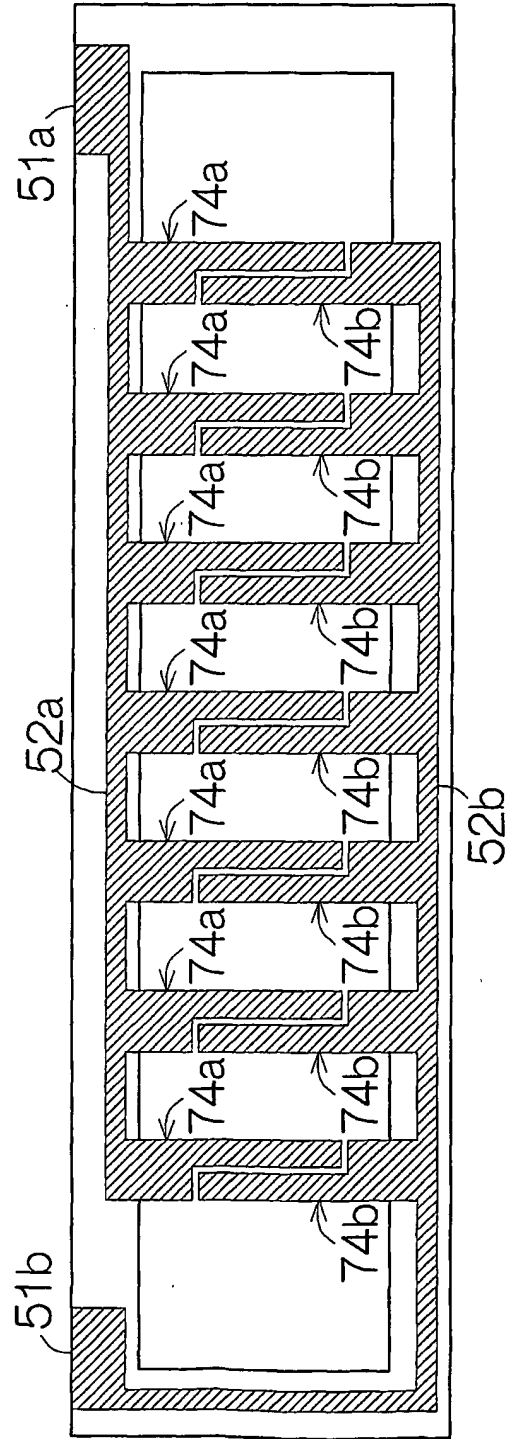


FIG.15

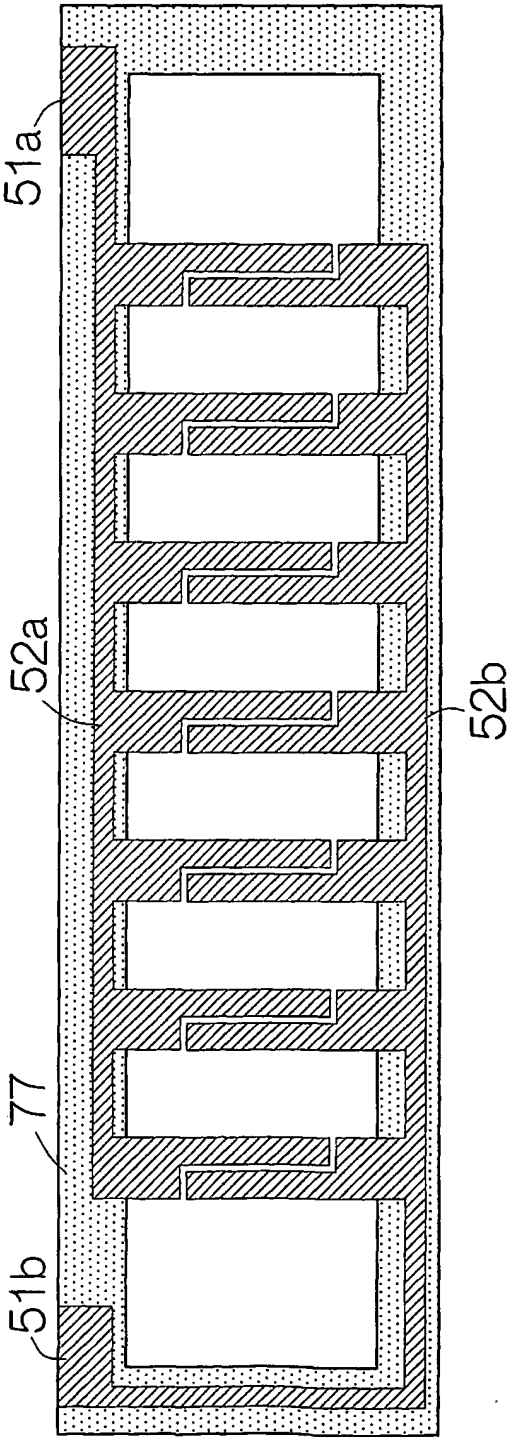


FIG.16

16/24

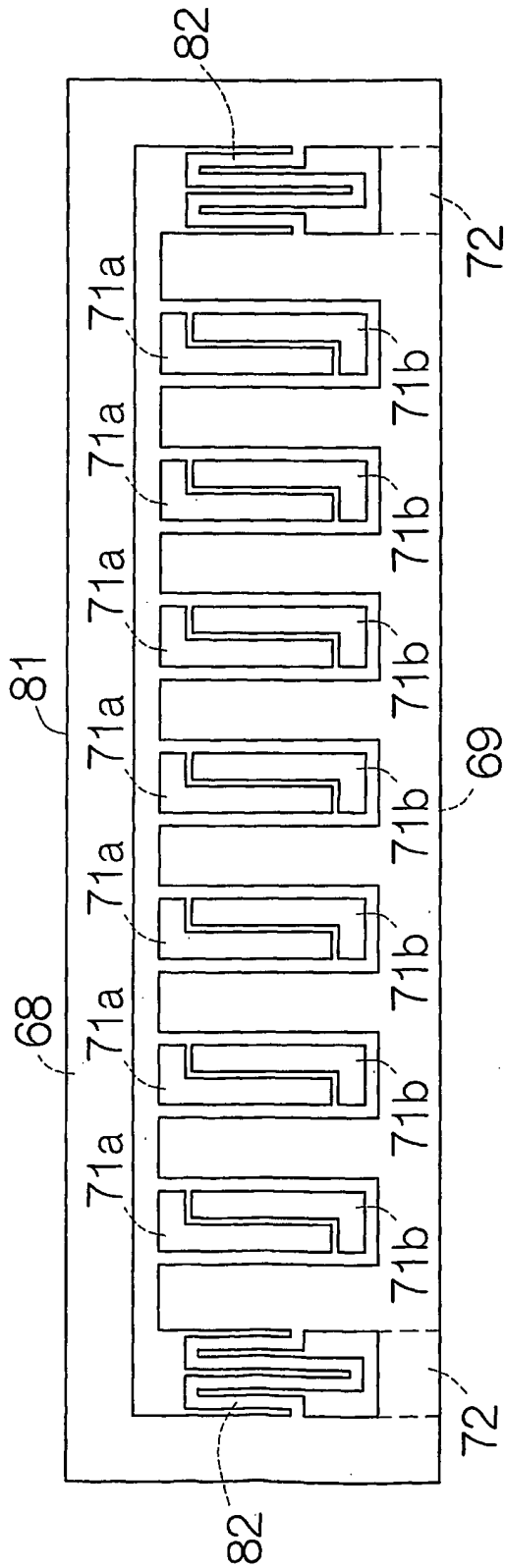
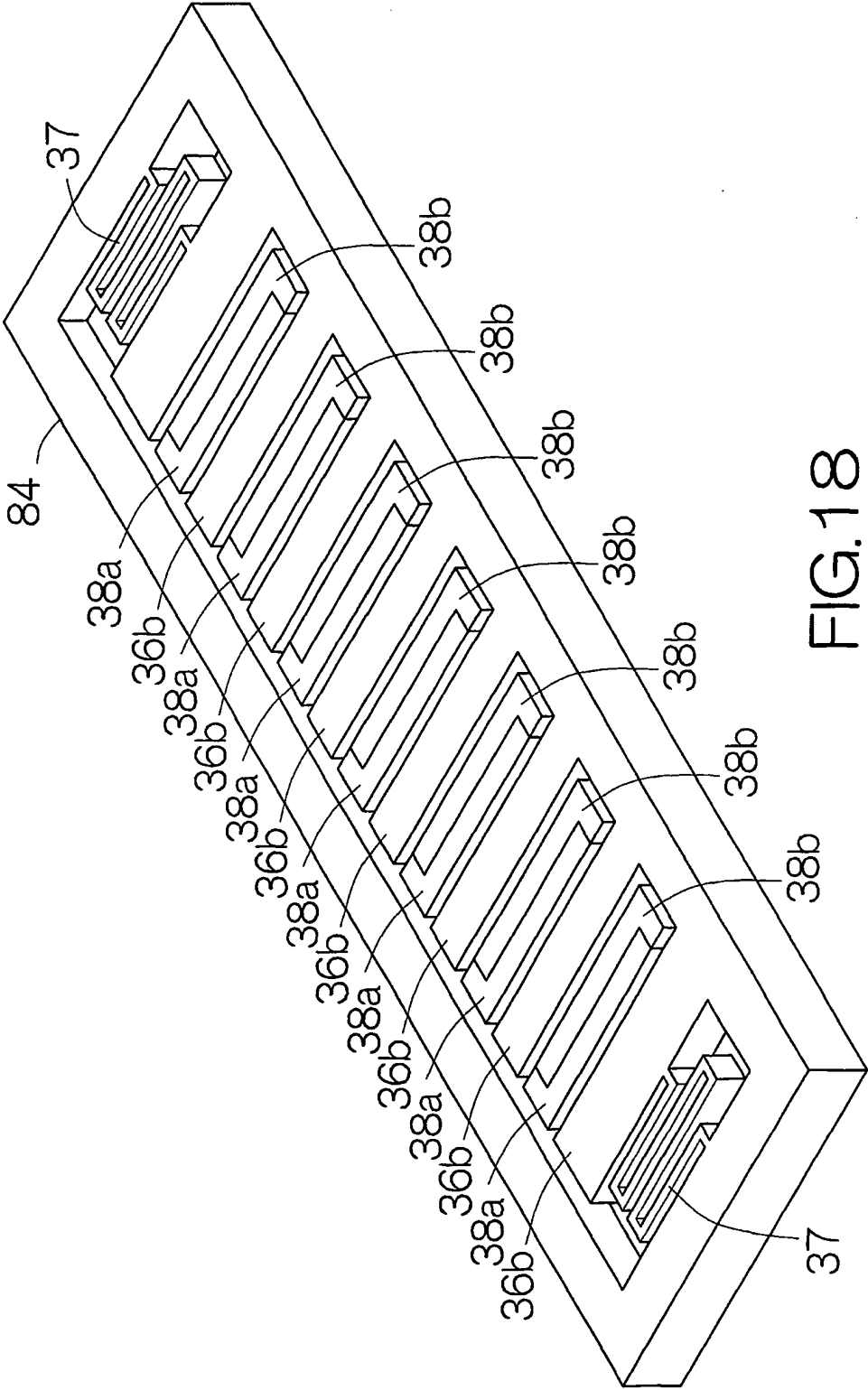


FIG.17



18/24

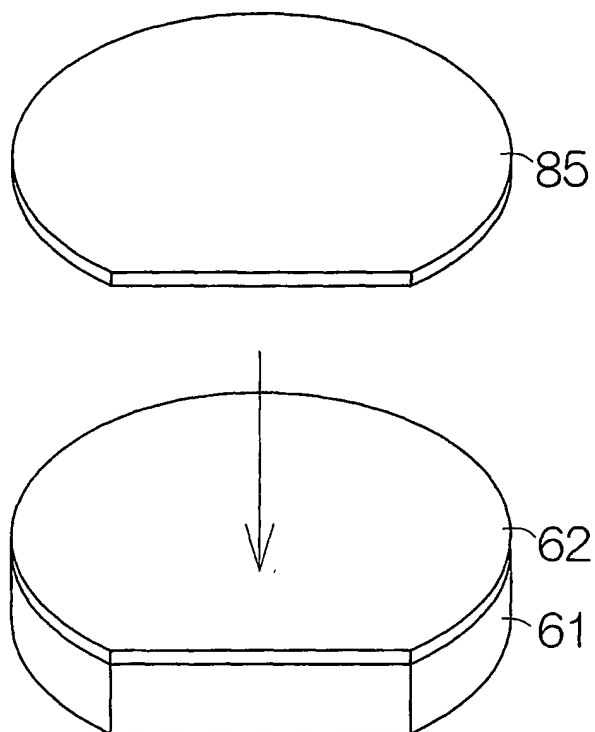


FIG.19

19/24

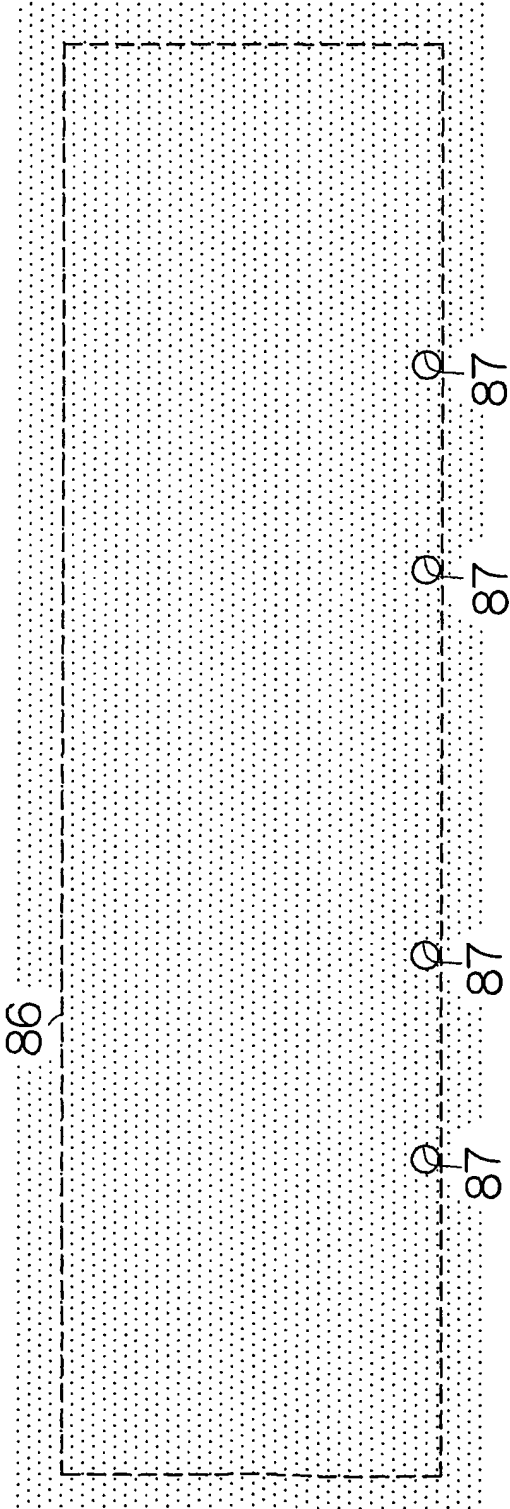


FIG.20

20/24

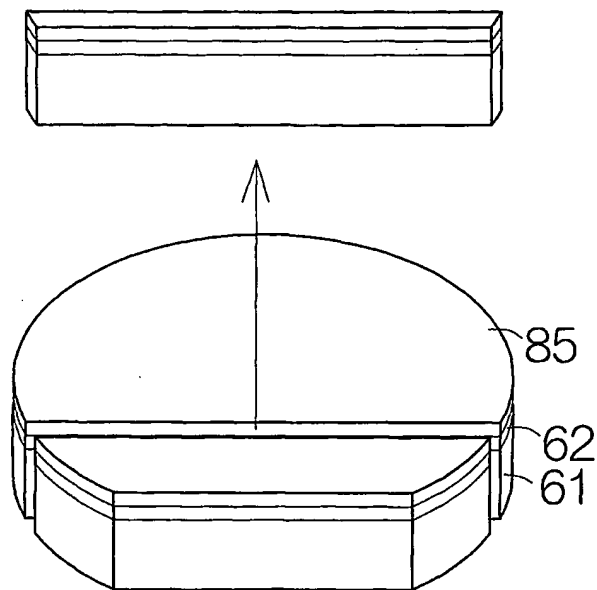


FIG.21

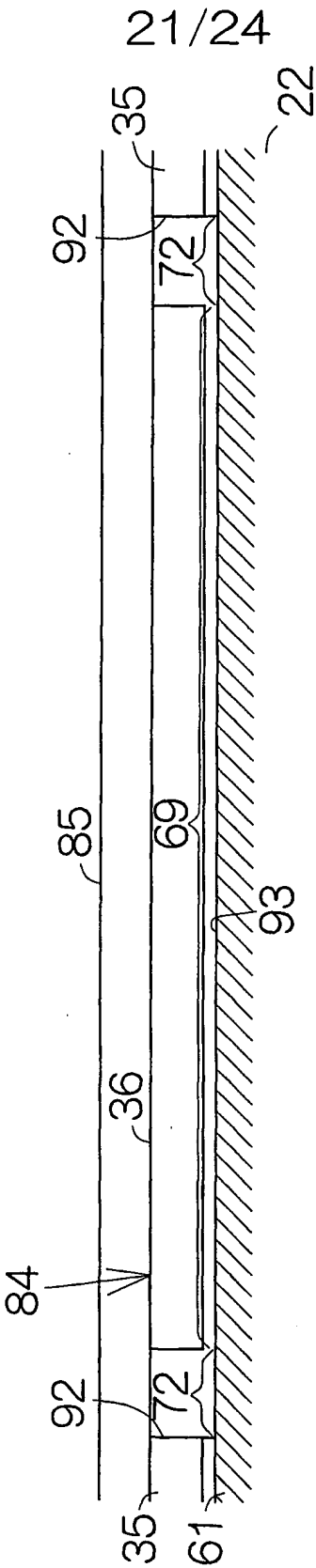


FIG.22

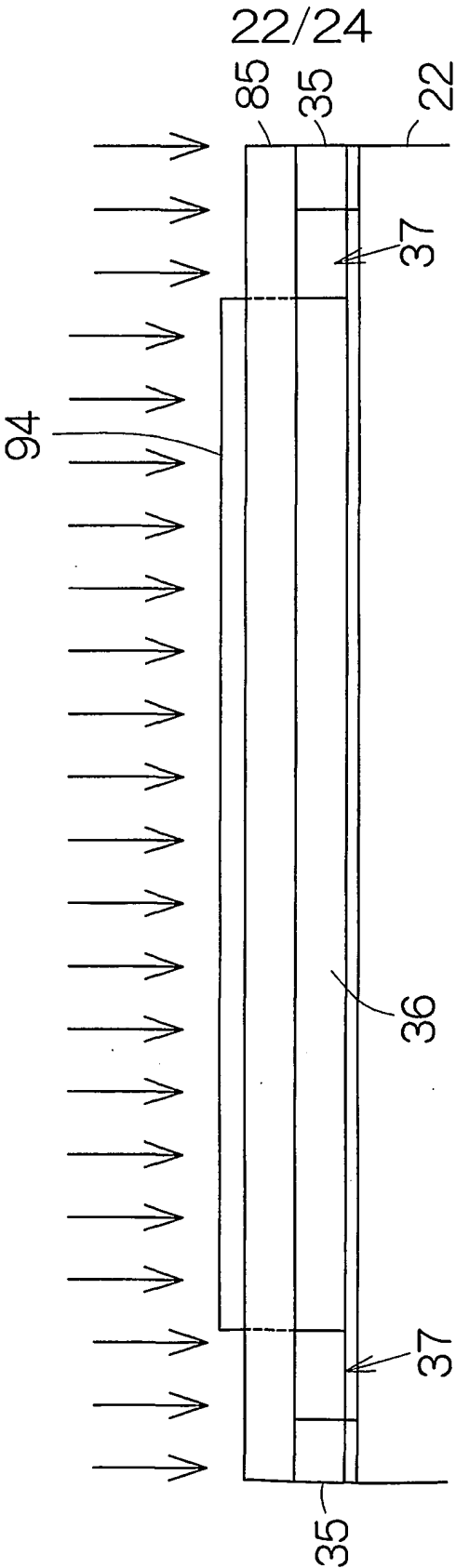


FIG.23

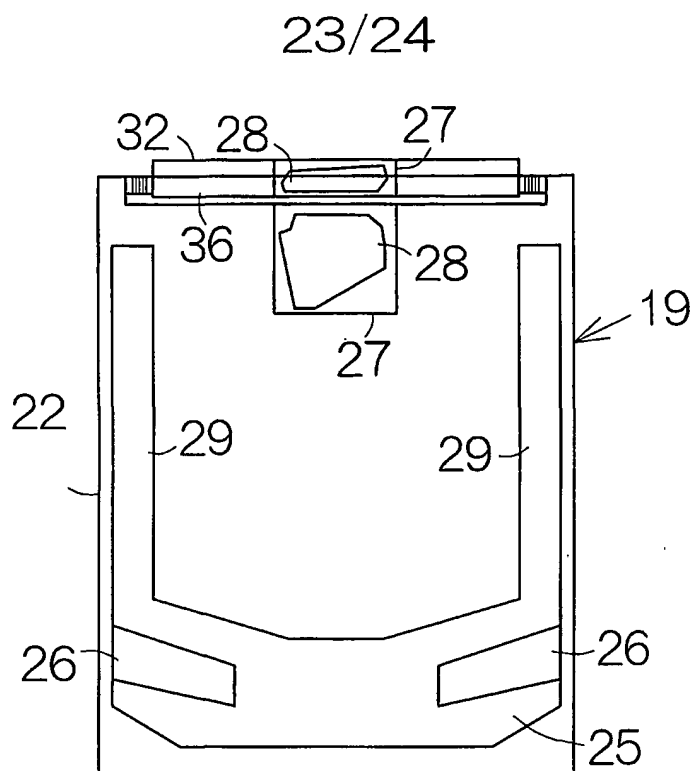


FIG.24

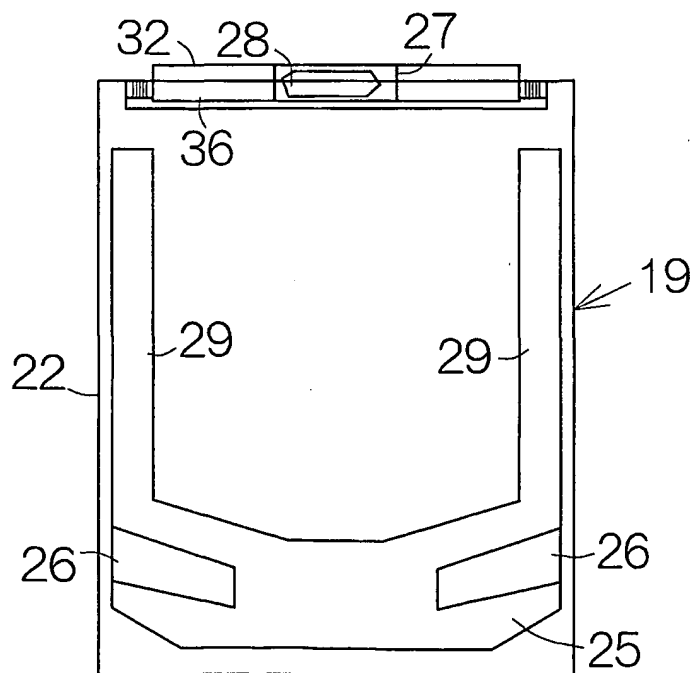


FIG.25

24/24

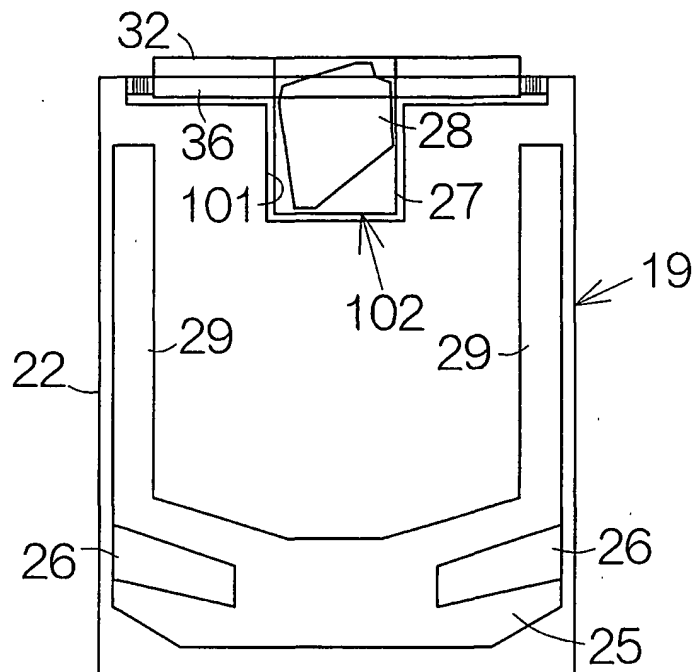


FIG. 26

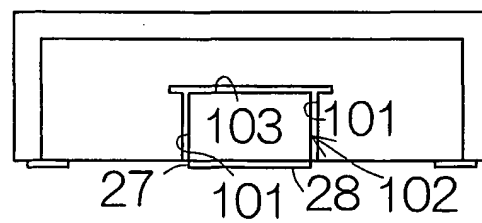


FIG. 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B 5/60

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B 5/60, 21/21

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-259840 A (Fujitsu Limited), 24 September, 1999 (24.09.99), pages 2 to 5; Figs. 1 to 18 pages 2 to 5; Figs. 1 to 18 (Family: none)	1-6, 9-10 7-8, 11-20
X Y	JP 9-81924 A (Fujitsu Limited), 28 March, 1997 (28.03.97), pages 5 to 10; Figs. 1 to 22 pages 5 to 10; Figs. 1 to 22 & DE 19607379 A & CN 1141474 A & US 5920978 A & KR 235090 B & US 6181531 B	1-6, 9-10 7-8, 11-20
X	JP 9-231538 A (Hitachi, Ltd.), 05 September, 1997 (05.09.97), pages 4 to 7; Figs. 1 to 10 (Family: none)	1, 2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
21 August, 2001 (21.08.01)Date of mailing of the international search report
04 September, 2001 (04.09.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04389

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-22519 A (Hitachi, Ltd.), 21 January, 1997 (21.01.97), pages 3 to 5; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1, 2
Y	JP 2-236812 A (Hitachi, Ltd.), 19 September, 1990 (19.09.90), pages 1 to 4; Figs. 1 to 4 (Family: none)	7, 8
Y	JP 2001-6141 A (Fujitsu Limited), 12 January, 2001 (12.01.01), pages 2 to 5; Figs. 1 to 7 (Family: none)	11-20

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G11B 5/60

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G11B 5/60 21/21

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996
日本国公開実用新案公報 1971-2001
日本国登録実用新案公報 1994-2001
日本国実用新案登録公報 1996-2001

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 11-259840 A (富士通株式会社) 24.09.1999 (24.09.99) 第2-5頁、図1-1.8 第2-5頁、図1-1.8 (ファミリーなし)	1-6, 9-10 7-8, 11-20
X Y	JP 9-81924 A (富士通株式会社) 28.03.1997 (28.03.97) 第5-10頁、図1-2.2 第5-10頁、図1-2.2	1-6, 9-10 7-8, 11-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.08.01

国際調査報告の発送日

04.09.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

竹中 辰利

5Q

9197

電話番号 03-3581-1101 内線 3590

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& DE 19607379 A & CN 1141474 A & US 5920978 A & KR 235090 B & US 6181531 B	
X	JP 9-231538 A (株式会社日立製作所) 05. 09. 1997 (05. 09. 97) 第4-7頁、図1-10 (ファミリーなし)	1,2
X	JP 9-22519 A (株式会社日立製作所) 21. 01. 1997 (21. 01. 97) 第3-5頁、図1-5 (ファミリーなし)	1,2
Y	JP 2-236812 A (株式会社日立製作所) 19. 09. 1990 (19. 09. 90) 第1-4頁、第1-4図 (ファミリーなし)	7,8
Y	JP 2001-6141 A (富士通株式会社) 12. 01. 2001 (12. 01. 01) 第2-5頁、図1-7 (ファミリーなし)	11-20